



**MODERN MÉRNÖKI ESZKÖZTÁR KOCKÁZAT-ALAPÚ KÖRNYEZET-  
MENEDZSMENT MEGALAPOZÁSÁHOZ  
(MOKKA)**

Nemzeti Kutatási Fejlesztési Programok

NKFP 3-020-05

I. Munkaszakasz

*Szakmai részjelentés*

*A beszámolási időszak tényleges kezdési és befejezési ideje: 2005.09.15.-2006. 09. 15.*

***A támogatott szervezetek***

***Aqua Concorde Vízanalitikai és Víztechnológiai Kft (Koordinátor cég)***  
***Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem (BME)***  
***MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (MTA-TAKI)***  
***VITUKI Kht***  
***VITUKI CONSULT ZRt.***  
***CycloLab Ciklodextrin Kutató-Fejlesztő Laboratórium Kft (CycloLab)***  
***DigiKom Geodéziai és Térinformatikai Kft. (Digikom)***  
***Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSZGYSZ)***

*A projekt szakmai vezetője: Dr. Gruiz Katalin*

*A projekt honlapjának címe: [www.mokka.agt.bme.hu](http://www.mokka.agt.bme.hu)*

2006. szeptember 15.

## Tartalomjegyzék

<b>A PÁLYÁZAT RÖVID ISMERTETÉSE .....</b>	<b>3</b>
<b>AZ ADOTT BESZÁMOLÁSI IDŐSZAKRA VÁLLALT VAGY VALAMELY KORÁBBI/KÉSŐBBI IDŐSZAKBÓL ÁTÜTEMEZETT RÉSZFELADATOK LISTÁJA ÉS STÁTUSZA .....</b>	<b>3</b>
<b>SZAKMAI ÉS MŰKÖDÉSI KOORDINÁCIÓ, A PROJEKT CÉLJAI, SZERKEZETE</b>	<b>7</b>
<i>A MOKKA tudományos koordinációja, kapcsolattartás .....</i>	<i>7</i>
<i>A munkaterv, elvek, célok.....</i>	<i>9</i>
<i>A MOKKA projekt szerkezete .....</i>	<i>10</i>
<b>AZ 1. BESZÁMOLÁSI IDŐSZAKBAN TELJESÍTETT FELADATOK ÉS AZ ELÉRT EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA FELADATONKÉNT .....</b>	<b>12</b>
<i>I. feladat Kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára .....</i>	<i>12</i>
<i>II/1. feladat: Kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák.....</i>	<i>18</i>
<i>II/2.a. Új környezettoxikológiai módszerek fejlesztése talajra.....</i>	<i>25</i>
<i>III/1 Kockázat alapú megelőzés és korlátozás, a kockázatcsökkentés eszközei.....</i>	<i>26</i>
<i>III/2.a. Remediáció elmélete és gyakorlata.....</i>	<i>27</i>
<i>III/4a. Remediáció fejlesztése.....</i>	<i>29</i>
<i>IV/1a. feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről.....</i>	<i>33</i>
<i>IV/2a. Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák..</i>	<i>37</i>
<b>A PROJEKT ELSŐ MUNKASZAKASZÁNAK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE .....</b>	<b>37</b>
<b>AZ 1. MUNKASZAKASZBAN ELKÉSZÜLT – MEGJELENT VAGY ELFOGADOTT – PUBLIKÁCIÓK (CIKKEK, ELŐADÁSOK), NYOMTATOTT ÉS ELEKTRONIKUS KIADVÁNYOK, SZABADALMAK, STB. LISTÁJA.....</b>	<b>39</b>
<i>Tanulmányok, kísérleti tervek .....</i>	<i>39</i>
<i>Publikációk, konferencia előadások, poszterek.....</i>	<i>43</i>
<b>ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT A MUNKASZAKASZ TERVEZETT ÉS A TÉNYLEGES KÖLTSÉGEIRŐL (INDOKLÁSSAL), A PÉNZÜGYI ELSZÁMOLÁS 7. SZÁMÚ MELLÉKLETÉNEK MÁSOLATA (KEDVEZMÉNYEZETTKÉNT) .....</b>	<b>.....</b>
<b>A PROJEKT MONITORING MUTATÓI.....</b>	<b>.....</b>
<b>A KUTATÁS-FEJLESZTÉSBEN RÉSZT VEVŐ SZEMÉLYEK MEGNEVEZÉSE ÉS A PROJEKT TELJESÍTÉSÉVEL ELTÖLTÖTT TÉNYLEGES MUNKAIDEJE.....</b>	<b>.....</b>

## A pályázat rövid ismertetése

*A környezeti kockázatmenedzsment két oldala a kockázat felmérése és a kockázat csökkentése, mely ma már olyan tudományos alapokkal és eszköztárral rendelkezik, mely lehetővé tenné a hatékony, hosszú távú környezetmenedzsmentet. Mégsem élünk ezekkel a lehetőségekkel!*

*A mérnöki innováció egyes lépései során indokoltan vagy indokolatlanul, de egyre több innováció bukik el. Mi akadályozza az innovatív mérnöki eszközök elterjedését, piaci sikerét?*

*A MOKKA projekt célja ezen okok felderítése és a gátló tényezők megszüntetése többlépcsős kutatás-fejlesztéssel, disszeminációval és egy WEB-alapú döntéstámogató rendszerrel.*

*A projekt feladatai, az egyedi metodikák és technológiák fejlesztésétől egyre szélesedő körben összegyűjteni a magyar és az európai innovatív eljárásokat, ezeket adatbázisokba gyűjteni, több szempontból értékelni, majd integrálni a kifejlesztendő WEB-alapú döntéstámogató mérnöki rendszerbe, ahol a piaci szereplők, a jogalkotók, a hatóságok, a menedzserek, a kivitelezők és a tulajdonosok könnyűszerrel és közérthető formában elérhetik az információkat.*

*A MOKKA projekt koordinátora Aqua Concorde, egy kisvállalkozás, a szakmai irányítás a BME vezetésével működő tudományos tanács kezében van. EU projektek magyar konzorciumi tagjai és az európai résztvevők biztosítják az összehangolást, az összegyűjtött adatok cseréjét és a magyar kínálat minél teljesebb integrálást az EUGRIS adatbázisba.*

## Az adott beszámolási időszakra vállalt vagy valamely korábbi/későbbi időszakból átütemezett részfeladatok listája és státusza

Részfeladatok megnevezése	A részfeladatok szakmai tartalma az adott beszámolási időszakban	A feladatot végrehajtó intézmény	Készültség foka
0 feladat 1. részfeladata Koordináció	Szakmai koordináció	BME	elkészült
0 feladat 2. részfeladata Koordináció	A 2006. év kutatási feladatainak koordinálása, kapcsolattartás a KPI-vel, a projekt szakmai vezetőjével és a konzorciumi tagokkal, rendszeres projekt ülések szervezése, szakmai és pénzügyi jelentések összeállítása a résztvevők jelentéseiből, és további koordinációs feladatok	Aqua Concorde	elkészült
I. feladat 1. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment eszköztára	<b>Tanulmányrész:</b> a kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára, megkülönböztetve általában a vegyi anyagokra és a konkrét szennyezett területekre vonatkozó módszereket.	BME	elkészült
I. feladat 3. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás.	<b>Tanulmányrész:</b> a kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára, konkrét szennyezett területekre vonatkozó módszerek.	MTA TAKI	elkészült
I. feladat 4. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás.	<b>Tanulmányrész</b>	VITUKI	elkészült
I. feladat 5. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment eszköztára	<b>Tanulmányrész:</b> a kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára, megkülönböztetve általában a vegyi anyagokra és a konkrét szennyezett területekre vonat-	VITUKI CONSULT	elkészült

	kozó módszereket.		
I. feladat 7. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment eszköztára	<b>Tanulmányrész, áttekintés:</b> Informatikai eszközök áttekintése, informatikai környezet vizsgálata	DigiKom	elkészült
I. feladat 8. részfeladata Kockázat alapú környezetmenedzsment eszköztára	<b>Tanulmányrész:</b> hazai információgyűjtés a gyakorlatban alkalmazott szennyezett területekkel kapcsolatos módszerekről	KSZGY SZ	elkészült
II/1. feladat 1.1. részfeladata Kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák	<b>Tanulmány</b> a kockázat alapú környezetmenedzsmentben alkalmazott kockázatfelmérés módszereiről, céljairól.	BME	elkészült
II/1. feladat 1.2. részfeladata Nemzetközi és hazai áttekintés	<b>Áttekintés</b> az új módszerekről, alkalmazásokról, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról.	BME	elkészült
II/1. feladat 1.3. részfeladata A módszerfejlesztések tervezése, előkészítése	<b>Terv:</b> a hazai és nemzetközi helyzet alapján MOKKA project kockázatfelmérésre vonatkozó fejlesztési tervének elkészítése, mérési és kísérleti háttér megteremtése	BME	elkészült
II/1. feladat 2. részfeladata A módszerfejlesztések tervezése, előkészítése	<b>Jegyzőkönyv, jelentés</b> A módszerfejlesztések tervezése, előkészítése	Aqua Concorde	elkészült
II/1 feladat 4. részfeladata Kockázatfelmérésben szerepet játszó új metodikák.	A módszerek megtervezése, előkészítése, eszközfejlesztés A korai figyelmeztető rendszerekkel kapcsolatos módszerfejlesztések megtervezése, előkészítése	VITUKI	Elkészült
II/1. feladat 5.1. részfeladata Kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák	<b>Tanulmány</b> a kockázat alapú környezetmenedzsmentben alkalmazott kockázatfelmérés módszereiről, céljairól.	VITUKI CONSULT	helyette 5.4. részfeladat
II/1. feladat 5.2. részfeladata Nemzetközi és hazai áttekintés	<b>Áttekintés</b> az új módszerekről, alkalmazásokról, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról.	VITUKI CONSULT	Elkészült
II/1. feladat 5.3. részfeladata Az új tesztmódszerek előkészítése	<b>Modellezési tesztek</b>	VITUKI CONSULT	elkészült
II/1. feladat 6.1 részfeladata A módszerfejlesztések tervezése, előkészítése	<b>Terv:</b> hozzájárulás a hazai és nemzetközi helyzet alapján MOKKA project kockázatfelmérésre vonatkozó fejlesztési tervének elkészítéséhez, felkészülés a módszerfejlesztésekre, mérési és kísérleti háttér megteremtése	CycloLab	elkészült
II/1. feladat 6.2 részfeladata A módszerfejlesztések tervezése, előkészítése	<b>Jegyzőkönyv, jelentés</b> Előkísérletek: a kifejlesztendő módszerek kipróbálása különböző talajokra, különböző szennyezőanyagokra, az alkalmazhatóság korlátainak felderítése	CycloLab	elkészült
II/1. feladat 8.1. részfeladata Kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák	<b>Tanulmányrész:</b> a hazai gyakorlatban alkalmazott kockázatfelmérési módszerekről, céljairól, az alkalmazó cégekről.	KSZGY SZ	elkészült
II/1. feladat 8.2. részfeladata Nemzetközi és hazai áttekintés	<b>Áttekintés</b> az alkalmazott új módszerekről, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról a hazai gyakorlatban. Igények felmérése.	KSZGY SZ	elkészült
II/2.a. feladat 1.1. részfeladata Új környezettoxicológiai módszerek fejlesztése talajra I.	<b>Áttekintés:</b> Interaktív tesztek teljes talajra: a magyar és az európai helyzet, az alkalmazott és szabványosított módszerek.	BME	elkészült

II/2.a. feladat 1.2. részfeladata Biodegradálhatóság	<b>Új teszt:</b> Gyorsteszt talajszennyező anyagok biodegradálhatóságának vizsgálatára, a módszer protokolljának kidolgozása, az alkalmazási lehetőségek vizsgálata, kipróbálása, <b>protokoll</b> elkészítése.	BME	elkészült
II/2a. feladat 4. részfeladata Új környezettoxikológiai módszerek kidolgozása talajokra I. Interaktív tesztek kidolgozása talajra, üledékre	Az alkalmazási lehetőségeik vizsgálata, kipróbálása, eszközfejlesztés BME által meghatározott mintaterületen a biodegradáció folyamatának vizsgálata, értékelése új ökotoxikológiai módszerekkel.	VITUKI	elkészült
III/1. feladat 1. részfeladata Kockázat alapú megelőzés és korlátozás, mint a kockázatcsökkentés eszközei	<b>Tanulmányfejezet</b>	BME	elkészült
III/1. feladat 8. részfeladata Megelőzés és korlátozás	<b>Tanulmányfejezet</b> a hazai vállalkozói gyakorlatról	KSZGYSZ	elkészült
III/2.a. feladat 1. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata I.	<b>EU együttműködés:</b> Áttekintés az innovatív technológiákról: definíció, osztályozás, leltározás	BME	elkészült
III/2a feladat. Remediáció elmélete és gyakorlata I.	<b>EU együttműködés:</b> Áttekintés az innovatív technológiákról: definíció, osztályozás, leltározás.	MTA TAKI	elkészült
III/2.a feladat 6. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata I.	<b>EU együttműködés:</b> Áttekintés az innovatív technológiákról: ciklodextrines technológiák	CycloLab	elkészült
III/2.a. feladat 8. részfeladata Remediáció elmélete és gyakorlata I.	<b>Áttekintés</b> a magyar gyakorlatban fellelhető innovatív technológiákról: osztályozás, <b>leltár</b> készítése, az adatbázis előkészítése	KSZGYSZ	elkészült
III/4.a. feladat 1.1 részfeladata Remediáció fejlesztés I.	<b>EU együttműködés:</b> Áttekintés a fejlesztési irányokról Európában és Magyarországon, trendek.	BME	elkészült
III/4.a feladat 1.2. részfeladata Saját fejlesztésű új technológiák laboratóriumi megalapozása	<b>Fejlesztés:</b> Laboratóriumi technológiai kísérletek, a mérési és kísérleti háttér megteremtése	BME	elkészült
III/4a feladat. Remediációs technológiák fejlesztése I.	<b>Fejlesztés:</b> Laboratóriumi technológiai kísérletek, a mérési és kísérleti háttér megteremtése. A kisüzemi technológia megtervezése.	MTA TAKI	elkészült
III/4.a feladat 6. részfeladata Saját fejlesztésű új technológiák laboratóriumi megalapozása	<b>Fejlesztés:</b> A mérési háttér megteremtése a laboratóriumi technológiai kísérletekhez, az első laboratóriumi technológiai kísérletek támogatása kémiai módszerekkel	CycloLab	elkészült
III/4.a. feladat 8. részfeladata Remediáció fejlesztés I.	<b>Áttekintés</b> a hazai fejlesztési irányokról, trendek.	KSZGYSZ	elkészült
IV/1.a feladat 1. részfeladata Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatelemzésben szerepet játszó új módszerekről	<b>Részvétel az adatbázis megalapozásában:</b> az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása.	BME	elkészült
IV/1.a feladat 5. részfeladata Magyarországi adatbázis létrehozásánál a kapcsolódó felületi struktúra kialakítása.	<b>Részvétel a döntést támogató rendszer megalapozásában:</b> a struktúra meghatározása.	VITUKI CONSULT	elkészült

IV/1.a feladat 7. részfeladata Kockázatfelmérést támogató teszt módszerek magyarorszá- gi adatbázisa. Az adatbázis terve	<b>Tanulmány</b> Az informatikai eszközök/környezet kiválasz- tása, adatbázis terv készítése, jogosultsági rendszer kialakítása. On line elérhető felhasz- nálóbarát digitális adatbázis-rendszer tervezés	DigiKom	Elkészült
IV/2a. feladat 4. részfeladata Magyarországi döntéstámo- gató rendszer: innovatív remediációs technológiák, I. Előkészítés.1.	A téma megalapozására a KÁRINFO adatbá- zisból a jellemző szennyező anyagokra vo- natkozó analitikus elemzés, statisztikai fel- dolgozás Adatbáziselemzés	VITUKI	Elkészült
IV/2a. feladat 5. részfeladata Innovatív remediációs mód- szerek magyarországi adatbá- zisának előkészítése.	<b>Adatbázis megalapozása:</b> az adatbázisba kerülés kritériumainak összehangolása az internetes alapú információs portál követel- ményeivel	VITUKI CONSULT	elkészült
<b>Előrehozott feladatok</b>			
IV/2b. feladat Magyarországi technológi- ai adatbázis megalapozása	az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, a <i>remediációs technoló- giák adatlapjának</i> kidolgozása	BME, Vituki, MTA-TAKI, CycloLab	elkészült
IV. 6 feladat Disszemináció*	<b>A projekt céljainak és eredményeinek nép- szerűsítése</b>	Minden kon- zorciumi tag	Folyamatban
<b>Előre nem tervezett feladatok**</b>			
I. feladat 1.2 részfeladata Kockázat alapú környezet- menedzsment eszköztára	MOKKA lexikon a környezet-menedzsment fogalmainak egyételművé tételére	BME	Folyamatban
II/1. feladat 5.4. részfeladata Kockázatfelmérésben szere- pet játszó metodikák	Távérzékelési módszerek a környezeti koc- kázat felmérésében, tanulmány	VITUKI CONSULT	elkészült
IV/1b és IV/2b feladat A Döntéstámogató Rend- szer megalapozása	Igényfelmérés	BME, VITUKI, KSZGYSZ	elkészült

\* Ez a feladat folyamatos a projekt 3 éve alatt, máris jelentős előrelépés történt: elkészült a projekt honlapja, egy egy-lapos színes ismertető, számos hazai és nemzetközi konferencia előadás és poszter valamint publikációk.

\*\* Indoklás a 11. oldalon

## **Szakmai és működési koordináció, a projekt céljai, szerkezete**

A MOKKA projekt koordinációját megosztotta egymás között Aqua Concorde (Fenyvesi Éva) és BME (Gruiz Katalin). A szakmai koordinációt Gruiz Katalin látta el, a szervezési és adminisztratív feladatokat pedig Fenyvesi Éva.

A szakmai koordináció több szinten valósult meg: az összes résztvevő részvételével tartott plenáris munkaértekezleten, a MOKKA Tudományos Tanácsának ülésein, a kialakított témaspecifikus munkacsoportokban és kétoldalú munkamegbeszéléseken.

Az első év első felében megtartott munkaértekezleteken a MOKKA céljainak és tartalmának értelmezése és a megoldási elképzelések egyeztetése és harmonizálása folyt. Ez reményeink szerint megalapozta a MOKKA sikeres jövőjét, hogy mindenki ugyanazon cél érdekében végezze a maga feladatát, hogy a projekt végére megvalósuljon a MOKKA európai szintű adatbázisa és döntéstámogató rendszere, és hogy ez egy felhasználóbarát és praktikus eszköz legyen, mely hosszútávon szolgálja mind az innovációkat létrehozó mérnököket és kutatókat, mind pedig a környezetet. A koordináció a 10 szervezet mintegy 25 vezető szereppel bíró kutatójának összehangolását és együttműködését jelentette.

A MOKKA projektben folyó közös munka eredménye a MOKKA projekt ismertető kiadványai (angol és magyar nyelvű szórólap, angol nyelvű poszter és magyar sajtóanyagok), melyek segítségével hazai és nemzetközi szinten ismertettük a projekt céljait és előrehaladását, valamint partnereket kerestünk az adatbázis feltöltéséhez.

Gruiz Katalin és Fenyvesi Éva: *A MOKKA Projekt koordinációja* című összefoglalójában a szakmai és adminisztratív szervező és összefogó munka részleteit, fontosabb dátumait foglalták össze (BME 0.1.). Az eseményeknek a részletei és emlékeztetői a MOKKA honlap konzorciumi tagok számára fenntartott részében naprakész állapotban megtalálhatóak. A MOKKA projekt ismertetésére készített poszter a NICOLE innovatív módszerekkel és technológiákkal foglalkozó konferenciájára készült, de más konferenciákon és szimpóziumokon is kiállítható a MOKKA ismertetésére és népszerűsítésére (BME 0.2.). A projekt szórólapja angolul (BME 0.3.) és magyarul (BME 0.4.) is elkészült. A MOKKA projekt rövid ismertetése közérthető nyelven igyekszik elmagyarázni a projekt jelentőségét (BME 0.5.) és egy figyelemfelkeltő sajtófelhívás is készült (BME 0.6.), melyet az MTI-n keresztül igyekeztünk elérhetővé tenni a sajtó számára. (A zárójelbe tett nevek és számok a háttéranyagok azonosítására szolgálnak, a lista a szakmai beszámoló utáni fejezetben található.)

A MOKKA WEB-lap (IV.6.) nem csak a projekt hozzáférhetőségét és elektronikus elérhetőségét teszi lehetővé, de a MOKKA konzorciumi tagok közötti információcserét és együttműködésnek is ez az alapja. A MOKKA WEB-oldal az egymás közötti kommunikáció és információcsere mediátora, oda kerülnek fel a munkaértekezletek emlékeztetői, a félkész tanulmányok és más munkaközi anyagok, azok az alaptanulmányok, amelyek a tagok tudományos és gyakorlati munkáját, megoldásait orientálják. A MOKKA logo (SUMMA IV.6.) nagy vitákat váltott ki, végül a környezet, a természet és a mokka-kávé jelképei helyett azt a majdnem végtelen távoli zöldeskék hegyet választottuk, melynek csúcsára a MOKKA segítségével fogunk feljutni.

### **A MOKKA tudományos koordinációja, kapcsolattartás**

A konzorcium a 2005. október 25-i ülésen megalakult, a december 7-i ülésen elfogadta a Működési Ügyrendet, megválasztotta a MOKKA projekt Tudományos Tanácsát (MTT), megalakította a munkabizottságokat és megválasztotta a munkabizottságok vezetőit.

Január 20–21-én kétnapos indító és egyeztető workshop-ot tartottunk. Ezen a konzorciumi ülésen rögzítettük a projekt céljait, megbeszéltük a részletes munkaprogramot és feladatfelosztást.

Az MTT április 10-én tartott tanácskozásán áttekintettük az addig elért eredményeket és pontosítottuk az első beszámolási időszak feladatait (összesen 24 feladatot), kijelöltük a felelősöket és kitűztük a határidőket.

Két célmegbeszélést tartottunk 4–5 konzorciumi tag érdekelt kutatóinak részvételével: június 26-án a technológiai adatlap és a kérdőív véglegesítése volt a téma, június 30-án a honlap fejlesztése.

Számos kétoldali megbeszélésre került sor: BME – Aqua Concorde (koordinációs feladatok, disszemináció, műszerfejlesztés), BME – MTA TAKI (módszerfejlesztés, technológiafejlesztés), BME – VITUKI CONSULT (adatbázis, DST, Eugris kapcsolat), BME – Cyclolab (disszemináció, elszámolás), BME – Digikom (honlap), MTA TAKI – Aqua Concorde (műszerfejlesztés), Vituki – Aqua Concorde (kérdőív, adatlapok), Digikom – Aqua Concorde (elszámolás), KSZGYSZ – Aqua Concorde (disszemináció, kérdőív), BME – r<sup>3</sup>, VITUKI CONSULT – r<sup>3</sup>, stb.

Elektronikus úton folyamatosan tájékoztattuk a konzorciumi tagokat és információt gyűjtöttünk a tagoktól a közös munka részleteiről. Levélben szavaztak például a konzorciumi tagok arról, hogy a projekt logójára készített tervek közül, melyiket válasszunk.

Egy példa a konzorciumon belül alkalmazott döntéshozatali gyakorlatra: A MOKKA technológiai adatlapjának első verzióját dr. Gruiz Katalin elkészítette, a konzorciumi tagok próbakitöltés után véleményezték, az ennek alapján javított verziót újabb próbakitöltés követte, majd egy megbeszélésen a tapasztalatokat összegezve véglegesítettük az adatlapot.

Folyamatos kapcsolattartás eredményeképpen született meg a MOKKA projekt logója, WEB-oldala, angol nyelvű szórólapja, a projektet nemzetközi szinten ismertető poszter, magyar nyelvű szórólapja és rövid magyar ismertetője. (BME 0.2., 0.3., 0.4.; 0.5.).

Elkészült a WEB-lapunk első változata, melynek nyilvános és csak a konzorciumi tagok számára elérhető részei vannak. Ez utóbbi szolgálja a konzorciumi tagok közötti kapcsolattartást és az információk állandó elérhetőségét.

Igyekeztünk a sajtó figyelmét is felkelteni, tudósítottuk az MTI-t és néhány napilapot a projekt indulásáról és céljairól. Sajnos, a mai napig sem jelent meg komolyabb publikáció Magyarországon a projektről a nem szakmai sajtóban.

Szakmai körökben már megtettük az első lépéseket. Megjelent egy ismertetés a Környezetvédelem című folyóiratban (KSZGYSZ IV.6), és összesen 8 előadással részt veszünk a Siófoki és Balatonfüredi Országos Környezetvédelmi Konferenciákon (lásd publikációk jegyzéke).

Nemzetközi szakmai berkekben nagy érdeklődést váltott ki, a projektet ismertettük a NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe) workshopon (Gruiz és mtsai, 2006) és az ESEB konferencián (Gruiz és mtsai, 2006 és Feigl és mtsai, 2006), ahol számos potenciális partnert és adatbázisba kerülő módszert gyűjtöttünk össze.

#### ***Kapcsolattartás a külföldi résztvevőkkel:***

Dr. Meggyes Tamás (Németország) részt vett a konzorcium alakuló ülésén.

2005. december 22-én megbeszélést tartottunk Paul Bárdossal (r<sup>3</sup> Environmental Technology Inc, UK), az EUGRIS (European Groundwater and Land Information) adatbázis kezelőjével arról, hogyan kapcsolódik a MOKKA az EUGRIS adatbázishoz.

Dr. Gruiz Katalin találkozott Alette Anna Maria Langenhoff-fal (TNO), a hollandiai kockázatfelmérési és technológia-verifikációs információk átadása megtörtént.

Márciusban készítettünk egy angol nyelvű összefoglalót külföldi partnereink számára arról, hogy áll a projekt, és milyen feladatokat terveztünk az első évre.

#### ***Kapcsolattartás a KPI-vel***

A KPI előírásai szerint alakítottuk ki a MOKKA konzorciumi szerződését és ügyrendjét.

Az ÁFA szabályok módosulása miatt minden konzorciumi tagnak nyilatkoznia kellett az ÁFA-visszaigénylési jogosultságáról, és ennek megfelelően módosítania a költségvetés terve-



zetét. A nyilatkozatok és a módosított költségvetés a támogatási szerződés 1. számú módosításának mellékletei.

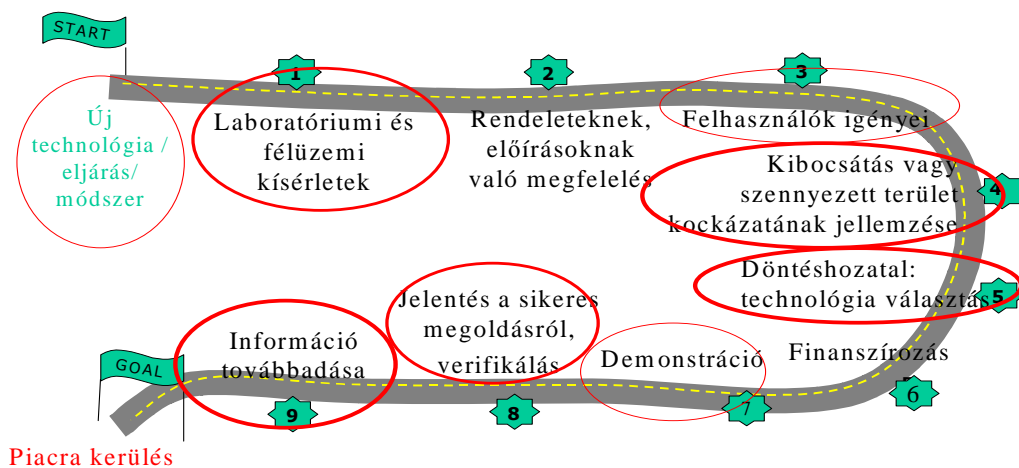
### A munkaterv, elvek, célok

A három napos indító tréningen meghatároztuk a célokat, értelmeztük a feladatokat, megalakítottuk a főbb témák szerinti munkacsoportokat és kijelöltük azok vezetőit. Mindvégig az ott elhatározott munkaterv szerint dolgoztunk.

A dobogókői tréning programja és előadásai (BME 0.1.a) tanulási és továbbgondolási céllal minden fontosabb témakörből előadás formájában felvillantottak egy-egy jellemző innovatív megoldást.

Tisztáztuk az innovatív technológiák/módszerek elé gördített akadályokat és azok leküzdésének módjait. A MOKKA projektterv elképzelése szerinti dinamikus adatbázis és döntéstámogató rendszer (Decision Support Tool, DST) minden résztvevő szerint jó megoldás, a kérdés az, hogy a felhasználók közül melyik típus kapjon prioritást, kinek készüljön ez a DST és adatbázis.

## A kutatástól a piacig



### MOKKA hatásterülete: a kutatástól a piacig

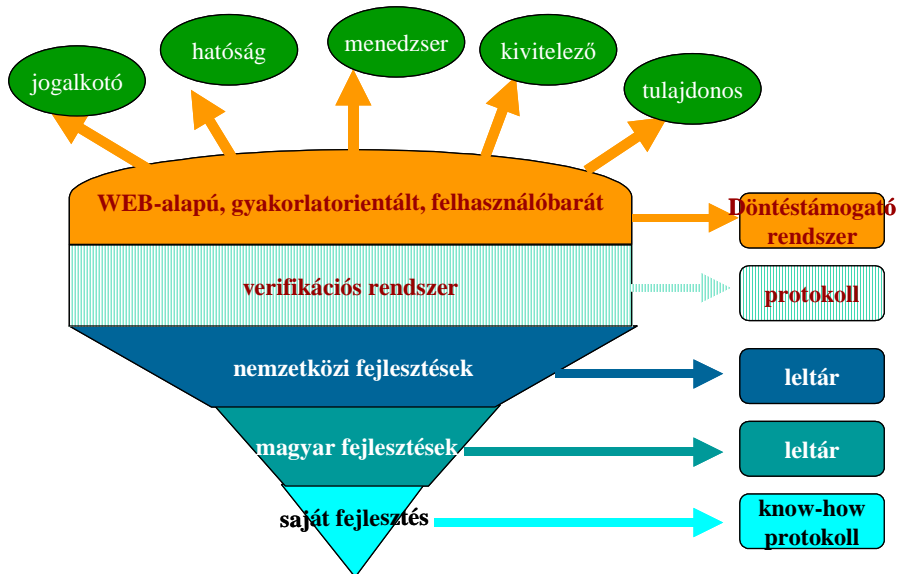
Ebben nem volt egyetértés, ezért egy felmérés indítását határoztuk el, amit a különféle felhasználók számára küldünk szét, megtudakolva, hogy igényelnének-e és ha igen milyen típusú segítséget.

Azonosítottunk néhány területet és új technikát, amely nem szerepelt az eredeti tervünkben, ilyen a jogi háttér és a hatósági közreműködés fontossága és ennek akár konkrét útvonalak, algoritmusok segítségével törénő bevonása a DST-be. A metodikák közül a távérzékelést integrálását határoztuk el, a plusz feladatot VITUKI CONSULT vállalta.

Azonosítottuk a MOKKA hatásterületét a kutatástól a piacig. Ezt az útvonalat a fenti ábrával szemléltetjük. Az útvonal egyes lépései szerepelnek a kutatási programban, témánként ezeket egymás után kell sorolni, hogy összeálljon a fenti séma szerinti megoldás.

## A MOKKA projekt szerkezete

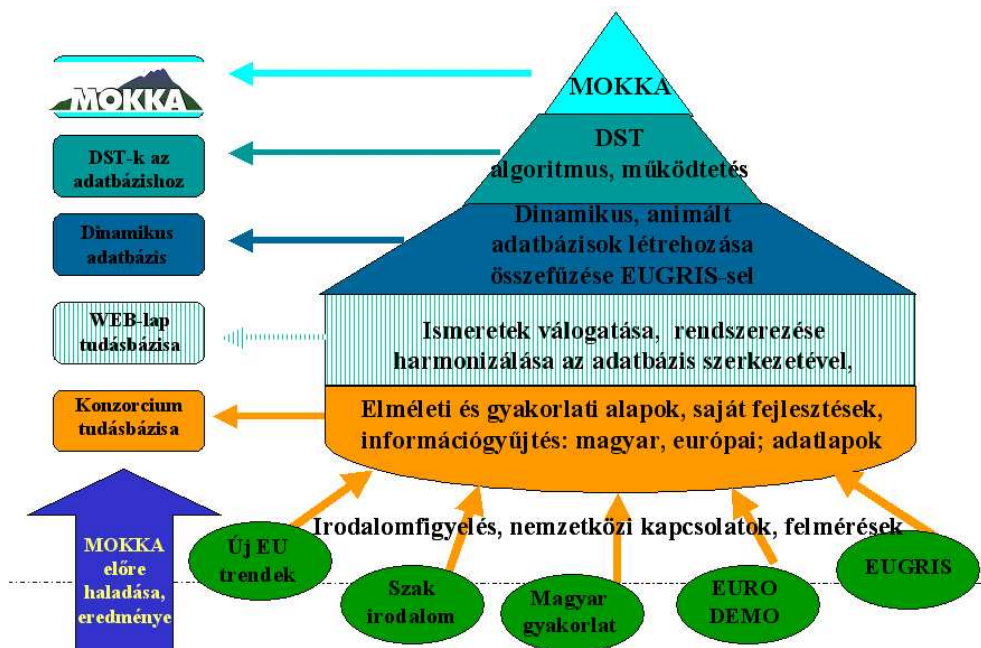
MOKKA eredeti terve, struktúrája egy fejjel lefele fordított háromszög, egy ponton áll és fel-felé bővül. Ez a MOKKA célja az adatbázis és döntéstámogató rendszer a résztvevők szem-szögéből.



MOKKA projekt szerkezete, felépítése

A munka, a kivitelezés viszont, amit végzünk, ennek a rendszernek szinte a fordított változata: egy széles alapokon álló háromszög, aminek az alapja az információszerzés, azoknak az alapismereteknek a beszerzése és összesítése, amit a 10 résztvevőnek kell iteratív módon összeadnia, egymás tudását és eredményeit is figyelembe véve.

Ennek a széles alapnak a megvalósítása, az összes alapinformáció, a döntések előkészítéséhez és az adatbázis szerkezetének megtervezéséhez szükséges tudás összegyűjtése történt meg ebben az első szakaszban.



A MOKKA projekt munkamódszere

Az információgyűjtés alapját mindig azok a saját fejlesztések jelentik, amit a projektben vállaltunk, a különféle kockázatfelmérési és kockázatcsökkentési/ remediációs technológiák fejlesztése. A saját fejlesztések kapcsán jutunk el a magyarországi, az európai és a nemzetközi helyzet áttekintéséig, saját fejlesztéseink kontextusának megismeréséhez és figyelembe vételéhez. Saját fejlesztéseink nem nélkülözik a történelmi alapokat, legtöbbször hosszú évekre visszatekintő tapasztalattal és tudással rendelkeznek ezeken a területeken, így a konkrét fejlesztések más projektekkel együttműködésben, azok továbbfejlesztéseként jönnek létre.

Az alapinformáció-gyűjtés, a konzorcium tudásbázisának megteremtése nagyrészt megtörtént. A hatalmas tudásanyag összegyűjtése után leszűrhető sok tanulságból hármat említenék meg, melyeknek következményei is vannak a MOKKA konzorciumra nézve.

1. A szakterület valódi nagysága lényegesen meghaladja eddig erről alkotott képzetünket, ezért a **MOKKA adatbázis** és döntéstámogató rendszer kiindulási változatának tartalmát a 2. fázisban rögzíteni kell.

2. A konzorciumi tagok nem egyformán értelmeznek bizonyos elveket, elméleti alapokat és gyakorlati ismereteket, a kifejezéseket sem. Ez részben jogos, és pozitív, hiszen így esélyünk van a teljes kontextus integrálására, egyszersmind felvetette annak szükségességét, hogy mind egymás között, mind az adatbázis használói számára egyértelművé kell tenni a használt kifejezések értelmét, tartalmát. Így került sor **MOKKA** (BME I.1.2.) megírásának elhatározására, melynek jelenleg 200 elkészített és 200 kidolgozásra váró címszava van.

3. Az összegyűjtött információk birtokában észleltük a hiányokat, a fehér foltokat. Találtunk olyan modern környezettudományi területet, a **távérzékelést**, amely kimaradt eredeti tervünk-ből, de a helyzet és a lehetőségek előzetes áttanulmányozása után integráltuk az innovatív kockázatfelmérő technikák közé, mert alapvető fontosságú a regionális, a vízgyűjtőszintű környezetmenedzsmentben és a folyamatos környezetmonitoringban, a környezet, régiók illetve lokális területek állapotának felmérésében és követésében.

Egy másik változtatás a tervhez képest, hogy a **remediációs technológiák** adatbázisba vitelével és verifikációjával nem várjuk meg – az eredeti terv szerinti 2. szakaszt –hanem az eddigi esettanulmányok és a nemzetközi helyzet felmérése során látókörünkbe került konkrét remediációs technológiák soronkívüli feldolgozását és adatbázisba kerülésük előkészítését az időszerű kockázatfelmérési területtel egy időben elkezdjük, hogy az adatbázison dolgozó számítástechnikusok és az EUGRIS adatbázissal való harmonizáción munkálkodók mielőbb használható anyagokhoz jussanak. Így került sor soron kívül a **remediációs technológiák adatlapjának** kidolgozására és próbaképpen néhány saját fejlesztésű innovatív technológia adatlapra vitelére.

A MOKKA szellemében – mely szerint a felhasználók széles körének szolgálatára jön létre ez az adatbázis és döntéstámogató rendszer – felmerült a **felhasználók igényének felmérése** és annak eredményére való támaszkodás. Így többletfeladatként határoztuk meg a munkánkat irányító felméréseket. A felmérő űrlapok a MOKKA konzorcium közös munkájaként elkészültek és a felmérés első szakasza lezárul. Ezek eredményeire szeretnénk támaszkodni a döntéstámogató rendszer és az adatbázis kialakításakor.

Nagyobb hangsúlyt szeretnénk fektetni a második szakaszban a **jogi háttér és a hatósági ügymenet** témakörökre. Ezeket a menedzsmenttel szorosan összefüggő gyakorlati elemeket szintén kereső algoritmus formájában fogjuk a döntéstámogató rendszerbe integrálni.

Nem szerepel a MOKKA eredeti tervében külön feladatként, de a munka mennyisége miatt ezt többlet feladatként jelöljük meg a 2. fázisra és felosztjuk a résztvevők között, ez pedig a 1. **Hagyományos kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák** a MOKKA adatbázis teljessé tételéhez és a

2. **Hagyományos talajremediációs és hulladékkezelési technológiák** az adatbázis választékának teljessé tételéhez

## **Az 1. beszámolási időszakban teljesített feladatok és az elért eredmények bemutatása feladatonként**

A részletes ismertető után felsoroljuk azokat a tanulmányokat, összefoglalókat, áttekintéseket, publikációkat és kutatási jelentéseket, amelyeket a konzorcium tagjai készítettek. A munkamódszer mellyel a közös tudományos beszámoló készült a következő:

1. A projekt munkaértekezleten és az egyeztető megbeszéléseken definiált témák szerint mindenki elkészítette tanulmányait, kutató munkája jelentését, a kapcsolódó publikációkat, adatlapokat, űrlapokat, jegyzőkönyveket, stb. Ezen primer tanulmányok elektronikus és papírformátumban a konzorciumvezetőnél kerültek archiválásra.
2. A konzorciumban résztvevő szervezetek felelős kutatásvezetői a pályázatban megnevezett feladatok szerint csoportosítva 3-6 oldalas áttekintő beszámolót készítettek a szervezetileg hozzájuk tartozó kutatásokról a primer tanulmányok, illetve azok kivonatai alapján, kiemelve a legjelentősebb eredményeket.
3. A konzorcium tudományos vezetője a résztvevőktől befolyt összefoglaló jelentések alapján készítette el a MOKKA projekt tudományos beszámolóját. A primer tanulmányokról és a MOKKA-hoz kapcsolódó publikációkról, dolgozatokról készült jegyzék (lásd a szakmai beszámoló utáni fejezetben) és annak tartalma a jelentés szerves része.

### **I. feladat Kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára**

*A kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára, megkülönböztetve általában a vegyi anyagokra és a konkrét szennyezett területekre vonatkozó módszereket (BME és VITUKI Consult)*

A BME és a VITUKI CONSULT tanulmányaiban a kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztárának egyes elemeit ismertettük. Kimondottan a vegyi anyagok kockázatának menedzsmentjére vonatkoznak a BME tanulmányai, melyek kitér a vegyi anyagok általános és helyszínspecifikus kockázatának kezelésére, hangsúlyozva az ökológiai és humán kockázat kezelésére és megítélésére alkalmas egységes metodika fontosságát. Kiemelt fontosságot kapott munkánkban a szennyezett területek kockázatának menedzsmentje.

Az eszköztár részeként tárgyalja az **integrált kockázati modellt**, mely egyesíti a terjedési modellt és az expozíciós modellt a forrás, útvonal, szennyezett környezeti elem és annak használói, mint receptorok feltüntetésével adja meg a kockázatfelmérés koncepcióját, mintegy leképezve a kockázat megnyilvánulásának lépéseit, az **integrált állapotfelmérést és monitoringot**, mely a vegyi anyagok hatását mérő metodikák, illetve ezen metodikák és a hagyományos fizikai-kémiai analízis integrált alkalmazása. Ezt a fizikai-kémiai analitikai módszereket a környezet biológiai állapotát jellemző biológiai és a környezeti elemek szennyezettségéből adódó káros hatásokat jellemző ökotoxikológiai tesztekkel kombináló, ún. **TalajTesztelőTriád** metodikát mind szennyezett területek felmérésére, mind monitoringra, mind pedig remediációs technológiák követésére, végeredményének ellenőrzésére javasolja a BME kutatócsoportja. Szennyezett területek kockázatkezelésének alapvető kvantitatív eszköze a **szennyezett terület doboz-modellje**, mely a területre bemenő és onnan távozó anyagáramokat mutató koncepciómodell. Az anyagáram vonatkozhat a vízre, a porra, a levegőre, a szennyező-anyagra, stb. mindig a kockázat szempontjából domináns anyagáramra.

Toxikus vegyi anyagokkal szennyezett területek kockázatának jellemzését és a metodikák kombinált alkalmazásának előnyeit mutatják be a BME I.1.; BME II.1.2.; BME II.1.3 és BME II.2.1.4 tanulmányok.

Szennyezett területek kockázatközpontú menedzsmentjének történetét, a kapcsolódó európai és magyarországi projekteket mutatja be az BME I.3. számú tanulmánya. A tudományos ala-

pokat nagy erővel fejlesztő USA és európai országok fejlesztették ki a kockázatelemzés és a termékek teljes életciklus elemzésének metodikáit és a kockázatsökkentés modern eszköztárát. A gyakorlat jókora lemaradást mutat az elméleti ismeretekhez képest, de napjainkra egy sor nagy európai kutatási-fejlesztési projektnek köszönhetően egységes európai irányelvek és gyakorlati útmutatók születtek a környezeti kockázatkezelés területén. Napjainkban valósul meg az a kockázatközpontú környezetmenedzsment, melynek a MOKKA is szerepvállalója. Szennyezett területek komplex menedzsmentjének feladatai: a kockázat elemzése, a célérték meghatározása és ennek eléréséhez szükséges kockázatsökkentés tervezése és kivitelezése.

### 1. táblázat: a MOKKA projekt három oszlopa

Kockázatelemzés	Remediációs változatok és összehasonlító értékelésük	Remediáció tervezése és értékelése
Előzetes kockázatelemzés	A szóbajövő technológiák listázása	A remediációs terv előkészítése
Kvantitatív veszély elemzés	A reális változatok értékelése	Technológiatervezés, megvalósítás és verifikáció
Részletes kvantitatív kockázatelemzés	Remediáció stratégiájának kialakítása	Hosszú távú fenntartás és monitoring

A szennyezett területekkel kapcsolatos döntéstámogató rendszer fő vonulatának részleteit mutatja az 1. táblázat: a három oszlop a három területet jelöli, melyek a MOKKA adatbázis és döntéstámogató rendszer fő elemei. Ezekben az elemekben belül munkánk az innovatív metodikákra koncentrál, de a teljesség kedvéért és a döntéshez szükséges választék teljessége érdekében minden más, hagyományos, törvény által előírt, útmutató és szabvány formájában már létező módszer is helyt kap a rendszerben.

A fő vonulathoz mellékvonulatok is tartoznak, például a remediáció mellett más kockázatsökkentési alternatívák is megjelenhetnek, időben és térben eltolva vagy együtt a fő megoldással. Ez részét képezheti a komplex kockázatsökkentési stratégiának.

A remediációs terv előkészítésére egy többlépcsős, léptéknöveléses kísérleti munkán és költség-hatékonyság, vagy ha lehetséges, akkor költség-haszon elemzésen alapuló értékelést végzünk. A hasznok körében vesszük számba a technológia-alkalmazás eredményeképpen létrejött kockázatsökkenést, illetve a maradék kockázatot. Ezenkívül értékeljük a remediációs technológia hely, idő, berendezés és munkaigényét minőségi szempontból is, valamint saját kockázatát. Végül a technológiák SWOT analízise készül el, mely összehasonlításra is alkalmas. A remediációs technológiák választéka között megjelennek mind az innovatív, mind a hagyományos technológiák. A létrehozandó MOKKA adatbázis arra törekszik, hogy az adatbázisban szereplő technológiák mind verifikálva és jellemezve legyenek, hogy a technológiválasztáskor azonos eséllyel induljanak. Ennek alapfeltétele az egységesség, ezt az adatlap fogja biztosítani és az általunk kidolgozott egységes verifikáció.

A monitoring is több alfeladatot és több koncepciót tartalmaz:

1. Technológiamonitoringot, amely a technológiai paramétereket méri és követi és szabályozást is lehetővé tesz,
2. A technológiából történő kibocsátást vagy más káros hatást figyelő környezetmonitoringot
3. A technológia befejezése utáni környezeti állapotot figyelő monitoring rendszert.

Bámelyikről is van szó, integrálnak kell lennie, vagyis célszerűen ötvöznie kell a fizikai-kémiai, a biológiai és az ökotoxikológiai mérési módszereket.

***A kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára, konkrét szennyezett területekre vonatkozó módszerek (MTA-TAKI)***

Az MTA-TAKI tanulmány (MTA TAKI I) szennyezett talajok talajbiológiai és talajökológiai indikációját részletezi és a fejlesztési alternatívákat veszi sorra.

Az „indikációt” a talajmonitoring egyik céljaként definiálja az EEA (European Environmental Agency) munkacsoportja (EEA 2001 61. Techn.Rep. 17. 3.1. fejezet). A tanulmány a talajbiológiai monitoring fejlesztése szempontjából a talajokban alkalmazható bioindikátorokat tekintti át, továbbá az EEA indikátor-kiválasztási eljárásának megfelelően ajánlást tesz Magyarországon is bevezetendő paraméterekre. Ezeket tárgyalja részletesen.

**Talajok biodiverzitása:** a talajok komplex élőhelyként való értékelése és a talajvédelmi stratégia egyik eleme a biodiverzitás megőrzése. (EEA 2001 61. Techn.Rep. 12. oldal).

**Ökológiai bioindikáció:** a talaj biodiverzitásának megőrzése mellett a másik feladat az EEA (2003a) munkaanyaga, továbbá OECD 2003 jelentése szerint a bioindikációs eljárások fejlesztése. A talajban élő életközösségek jellemzői fontos elemei a környezeti és agrárvédelmi információs hálózatoknak. Az utóbbi 10 évben több EEA tagországban a talajvédelmi monitoring rendszereket talajökológiai elemekkel egészítették ki.

**A talajökológiai bioindikáció ismérvei:** ahhoz, hogy meg tudjuk határozni az *ökológiai egyensúly*, a *fenntartható fejlődés* peremfeltételeit, azaz a megengedhető környezeti terhelések szintjeit, szükséges meghatározni a talajokban élő életközösségek emberi behatásra adott ökológiai válaszait, megadva azok mértékét is. Az egyik eljárás a terhelések mértékét a fenntarthatóság szempontjából skálázza. Az EEA, illetve más európai léptékű monitoring fejlesztését végző szervezetek és programok (OECD 2003, COM (2001) 31.) az indikációs eljárást, illetve a talajállapot jellemzésének módszertanát a **DPSIR** rendszer alapján határozták meg. Ez a *Driving forces*, *Pressures*, *State*, *Impact*, *Responses*, azaz a ható tényezők, a terhelések, az állapot, a hatás meghatározását és az adott válaszok együttes kezelését, a modellek szintjén történő integrálását és az intézkedések meghatározását és szabályozását jelenti. A monitoring rendszer bármely fejlesztésének tehát ebbe a sémába kell illeszkednie.

Az ökológiai indikátorok az állapotleíró indikátorok mellett (A típus) a hatásvizsgálatokhoz is alkalmazhatóak. B típusú teljesítményindikátorokként is felhasználhatóak. Az EEA tagországok között talán az egyik legrészletesebb adatbázis az Ausztriában 1992-ben bevezetett BORIS talajmonitoring rendszer, mely részletes talajzoológiai, talajökológiai vizsgálatokat is tartalmaz.

*A talajmonitoring bővítése talajmikrobiológiai és biokémiai módszerekkel:*

- Különböző „stratégiákkal” rendelkező mikrobák részarányának a megállapítása.
- Az „össz-mikrobás” katabolikus aktivitás meghatározása FDA módszerrel.

*Talajmonitoring bővítése a mikro-, mezo- és makrofaunán végzett vizsgálati módszerekkel:*

- Talajökológiai indikáció a fonálféreg (Nematoda) taxonok kompozíciója alapján a Maturity index felhasználásával.
- Talajökológiai indikáció a mezofauna fajkompozíciója alapján.
- Biológiai aktivitás mérése földigilisztákkal.

**A kockázatalapú környezetmenedzsment és döntéshozás a vállalatirányításban (VITUKI)**

VITUKI Kht. tanulmányával (VITUKI Kht I) a vállalati környezetmenedzsment feladatait és információigényét igyekeznek integrálni a MOKKA célkitűzéseibe és leendő gyakorlatába.

A környezetvédelem a fejlett világban a politikai döntéshozás fontos része, nagymértékben összefügg a gazdasági élettel. A környezetmenedzsmenti feladatok a vállalatirányítás fontos részeként aktívan részt vesz a klasszikus irányítási feladatokban.

A környezetvédelmi szabályozások szigorodása fontossá teszi a megfelelő környezetmenedzsment szerepét a vállalatirányításban.

**Környezetvédelmi menedzsment feladatköre**

A menedzsment általános feladatai között elsődleges a döntéshozatali tevékenység. Általános problémaként jelenik meg az, hogy a feladatok elvégzéséhez korlátozott anyagi források állnak rendelkezésre. Ezeket a forrásokat viszont a leghatékonyabban kell felhasználni. A környezetvédelmi intézkedésekben ez a hatékonyság nehezen kezelhető. A preventív intézkedések a bekövetkező károk megakadályozását, vagy csökkentését szolgálják. Nehézséget jelent a be nem következett kár, vagyis a kockázat kezelése. A versenyszféra nem kedvez a környezetvédelmi „inproduktív” intézkedéseknek.

A környezetmenedzsment feladata széleskörű, a környezetvédelmi előírások maradéktalan teljesítése mellett a tevékenység gazdasági (verseny) szempontú biztosítása. Feladatkörébe tartozik a korai figyelmeztető rendszer működtetése (eredmények függvényében azonnali döntés előkészítés, vagy döntéshozás a környezeti károk megelőzésére).

A környezetmenedzsment feladata a kockázat felismerése, és a kockázat csökkentése. A kockázat felismerése a veszélyforrások azonosítása, a kockázat csökkentése a veszélyforrások minimalizálása. Tehát a környezetmenedzsmentnek a vállalat irányításában elsősorban zavar-elhárító szerepe van. A zavarelhárítás alatt egyaránt értjük a bekövetkezés megelőzését, vagy fizikai elhárítását.

### ***Környezetvédelmi döntéshelyzetek***

A környezethasználó döntési helyzetbe általában akkor kerül, ha:

- valamilyen új beruházás létesítéséhez a jogszabályok környezetvédelmi előírást tartalmaznak;
- a megjelenő jogszabályok a meglévő létesítményekre vonatkozóan utólagos környezetvédelmi előírást tartalmaznak;
- környezetvédelmi hatósági, vagy szakhatósági kötelezésben környezetvédelmi intézkedéseket rendelnek el
- havária esemény következtében kárelhárítást kell végrehajtani;
- tartós környezetszennyezési problémát kell megoldani (kármentesítés=tényfeltárás-és/vagy-műszaki beavatkozás-és/vagy-monitoring)

### ***Döntéshozatali formák***

A környezethasználó (vállalat, magánszemély) környezetvédelemmel kapcsolatos döntései stratégiai döntések. Jellemző rájuk, hogy:

- nem rutin jellegűek, azaz ritkán fordulnak elő, jellemzően nem ismétlődőek.
- a döntések mögött rejlő probléma általában rosszul strukturált, azaz nincsenek világosan megfogalmazott alternatívák, sőt gyakran még a probléma sem teljesen világos (elsősorban bekövetkezett szennyezés esetén).
- a probléma általában komplex, a döntés a szervezet, vállalat további életére alapvető befolyással van.
- a döntéshez általában nagyfokú bizonytalanság kapcsolódik (kármentesítés).
- a vállalaton kívüli döntéshozatalban résztvevő szereplő (költségviselő, engedélyező hatóság, szakhatóság) gyakran eltérő érdekekkel és érdekérvényesítő képességgel rendelkeznek, amelyek nagymértékben befolyásolhatják a döntéshozatal folyamatát.

### ***Környezetvédelmi döntések jellemzői általánosságban***

- visszafordíthatatlanok vagy nagyon nehezen és költségesen visszafordítható folyamatokat indítanak el,
- előkészítésük időigényes, hónapokban vagy években mérhető, megvalósításuk költségigényes,
- meghozataluk helyessége sokszor csak évek, évtizedek múlva értékelhető,
- módszertani megalapozásuk általában „gyenge”, melynek oka, hogy mögöttük mindig rosszul strukturált problémák húzódnak meg,

- kevés és főként csak megbízhatatlan információt lehet a megoldásuk során figyelembe venni,
- megoldásukkor egyidejűleg több célnak kell megfelelni,
- sok esetben nem lehet figyelmen kívül hagyni a nem gazdasági célokat,
- a környezetvédelmi döntéshozatalt gyakran konfliktusok kísérik a döntésben résztvevők nagy száma és eltérő érdeke miatt
- célszerű több forgatókönyvet készíteni a megoldásukkor.

### ***Környezetvédelmi döntések buktatói***

- Elérendő célok megfogalmazásának bizonytalansága
  - a döntéshozók kitűzött *céljai* és a hatóságok elvárásai közötti eltérés;
  - a feladat kiadásakor az ismeretek nagyfokú bizonytalansága;
- A korlátok figyelembe vételének lehetőségei
  - merev jogszabályi alkalmazás sok esetben nem veszi figyelembe a reális lehetőséget, így az adott feladat kudarcra determinálva van;
  - a hatósági döntések a legtöbb esetben nem kezelik a fokozatosság elvének betarthatóságát.

### ***Környezetmenedzsmenti döntéseket segítő rendszerek***

Egy vállalat tevékenységének környezeti kockázata nemcsak a vállalat tevékenységén, gondosságán múlik, hanem azon is, hogy tevékenységének mik a tágan vett környezeti következményei, ami számos, a vállalaton kívülinek tekinthető tényezőnek is függvénye.

A vállalkozás környezeti érzékenysége terén a menedzsment kétféle hibát követhet el:

- Alul- vagy túlbecsülheti a környezeti kihívásban rejlő üzleti lehetőségeket a vállalat jövőbeni fejlődése szempontjából.
- Túlértékelheti vagy bagatellizálhatja a környezeti kihívás támasztotta korlátokat.

Egy tevékenység környezeti kockázata elvileg is bizonytalan, így elmondható, hogy a környezeti menedzserek „a lehetetlen művészetét gyakorolják” (B Wynne 1987.).

Ehhez a nehéz feladathoz ad döntéstámogató rendszert a MOKKA. Pontosabban a MOKKA döntéstámogató rendszere elsősorban a szennyezett területek kezeléséhez ad segítséget, de szándékában áll lehetőséget adni a tervezőknek, fejlesztőknek, gyártóknak és forgalmazóknak is. A lehetőség biztosítása egyben megteremti a teret különböző prevenciós berendezések bemutatására. ***A MOKKA döntéstámogató rendszer célja***, hogy egy adott területen felmerülő kármentesítési feladatok megoldásához nyújtson segítséget. Lehetőséget ad a kármentesítés összes szereplőjének a bemutatkozásra, az innovációk ismertetésére. Közvetlenül nem kezeli a társadalmi konfliktusokat, de műszaki megalapozást biztosít a vitás kérdések elkerülésére, vagy megválaszolására.

### ***Informatikai eszközök áttekintése, informatikai környezet vizsgálata (Digikom)***

Digikom a kockázatalapú környezetmenedzsment és döntéshozás informatikai eszközei közül a MOKKÁra releváns eszközöket tekintette át (Digikom I). A MOKKA rendszer háttéréül szolgáló számítógépes hardver és alapszoftver kiválasztása során a pillanatnyi teljesítmény igények kielégítését és a nyitottságot és bővíthetőséget tartottuk elsődleges szempontnak. Ezek alapján egy Intel „Entry Server”-t választottunk ki.

A szerverstabilitás és biztonság érdekében a Fedora Core 4 (FC4) operációs rendszer mellett döntöttünk. A szerver nyilvános szolgáltatásait az interneten keresztül biztosítjuk. Ehhez egy megfelelően stabil és fejlett web szerverre van szükségünk. A választásunk az Apache web szerver 2.0 változatára esett.

A kialakítandó döntés támogató rendszer háttérét biztosító adatok tárolásához egy megfelelő hatékonyságú és stabil adatbázis-kezelő rendszerre van szükség. Ezen a területen a professzi-



onális megoldások szélesebb választéka áll a felhasználók rendelkezésére, mint az operációs rendszerek vagy a web szerverek területén. A tanulmány készítése során a több relációs adatbázis-kezelő rendszert vettük figyelembe (Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL, MySQL).

**Tanulmányrész: hazai információgyűjtés a gyakorlatban alkalmazott, szennyezett területekkel kapcsolatos módszerekről (KSZGY SZ)**

KSZGY SZ tagszervezetei körében gyűjtött adatokat a magyarországi cégek által kínált kockázatcsökkentési módszerekről (KSZGY SZ I). Remediációs technológiát alkalmaznak a szennyező anyagra vonatkozó paraméterektől, a szennyezett közeg állapotától, fizikai-kémiai-biológiai-földtani- vízföldtani stb. adottságaitól függően.

➤ Talaj és üledék kezelésére *in situ* és *ex situ* eljárásokat is alkalmaznak.

Az *in situ* eljárások: bioventilláció, intenzifikált bioremediáció, talajművelés (agrotechnikai) kezelés, természetes lebomlás, fitoremediáció, elektrokinetikus szétválasztás, repesztéses fellazítás, talajmosás, talajgázkitermelés, talajszilárdítás (stabilizáció) és hőmérséklet növeléssel támogatott talajpára-kitermelés, valamint levegő befúvás (Air Sparging)

Az *ex situ* eljárások: bioágyas remediáció, komposztálás, gombák általi lebontás, agrotechnikai talajkezelés, iszapfázisú biológiai kezelés, kémiai kivonás, kémiai oxidáció és redukció, dehalogénezés, fázisszétválasztás, talajmosás, talajgázkitermelés, napsugárzással történő ártalmatlanítás, szilárdítás (stabilizálás), forró gázos tisztítás, égetés, robbantás, pirolízis, termikus deszorpció, vízelvezetés, rekultiváció, talajkitermelés, talajjelszállítás, talajdeponálás, izoláció.

➤ Szennyezett vizek kezelése

A felszín alatti víz, a felszíni víz és a csurgalékvíz kezelésére vonatkozó technológiák közt *in situ* és *ex situ* eljárásokat alkalmaznak.

Az *in situ* eljárások: ko-metabolikus biodegradáción alapuló kezelés, intenzifikált bioremediáció, természetes lebomlás, fitoremediáció, levegőztetés, levegő-besajtolás, vákuumos úszó fázis és talajgázkitermelés, irányított ferde fúrások, kétfázisú kitermelés, folyadék vagy pára kitermelés, forró gőzzel vagy forró levegővel történő kezelés (sztrippelés), hidraulikus repesztéses fellazítás, passzív vagy aktív kezelőfalak alkalmazása.

Az *ex situ* eljárások: bioreaktor, mesterséges vizenyős területek, adszorpció, abszorpció, sztrippelés, aktív szenes adszorpció, ioncsere, kicsapatás, koagulálás, flokkulálás, szétválasztás, esőztető öntözés, UV oxidáció, mélykutas injektálás, védőkutas felszín alatti víz kitermelés, résfalak alkalmazása.

Az eltávozó gázok kezelésére alkalmas *ex situ* technológiák: biológiai szűrés, roncsolás elektromos kisütéssel, membrános szétválasztás, oxidáció, gőzfázis aktívszenes adszorpciója.

## II/1. feladat: Kockázatfelmérésben szerepet játszó metodikák

### *Tanulmány a kockázat alapú környezetmenedzsmentben alkalmazott kockázatfelmérés módszereiről, céljairól (BME)*

A BME tanulmányok a kockázat alapú környezetmenedzsmentben alkalmazott kockázatfelmérés módszereiről, céljairól, alkalmazásáról szólnak, két aktuális gyakorlati példán mutatják be a többlépcsős kockázatfelmérés szükségességét és használatát.

A modern kockázatfelmérési eljárás alapvető jellemzői: 1. iteratív jellegű (sok apró, vagy néhány nagyobb lépésből áll), 2. ezért adathiányos állapotban is elindítható, 3. pesszimista (konzervatív) megközelítést alkalmaz. Ez a három jellemző biztosítja a negatív eredményt adó esetek mielőbbi kizárását, a pozitív esetek kiejtésének egyértelmű megelőzését és a felmérés költség-hatékonyágát, hiszen csak azoknak az eseteknek van költsége, amelyeknek kockázata is van (BME II.1.1.).

A két esettanulmány két korábbi kutatási projektben szerzett adatokra támaszkodik, MOKKA terhére csak néhány kiegészítő mérést végeztünk el. Az adatokat a MOKKA-ban kifejlesztett lépcsőzetes metodika segítségével dolgoztuk fel és értékeltük.

A lépcsőzetes kockázatfelmérés egyes szakaszai:

1. kvalitatív előzetes kockázatfelmérés;
2. általános kvantitatív kockázat vagy veszély felmérése;
3. helyszínspecifikus kvantitatív kockázatfelmérés.

A két esettanulmány szinte minden gyakorlatban előforduló esetre megoldást mutat.

**A.) A Duna üledék** szerves és szervesetlen mikroszennyezőinek kockázatfelmérése Duna üledékmonitoringjának megalapozásához. A háromlépcsős felmérés alapján magas szintű üledékmenedzsment valósítható meg: a prioritási listák alapján lehet meghatározni az üledékmonitorozás célvegyületeit, a helyszínspecifikus adatok alapján pedig a monitoring-pontokat. A monitoring tervezésén kívül fontos szerepe lehet a hatáson alapuló üledékminőségi kritériumok és határértékek képzésében, a tiltások, és korlátozások, valamint a remediáció elrendelésében, célértékének meghatározásában ( BME II.1.2.)

**B.) A Toka patak völgye** bányászati hulladékkal szennyezett nagy kiterjedésű terület. Ebben a példában olyan bányászati eredetű szennyezettség kezelésére dolgoztuk ki a kockázatalapú környezetmenedzsment koncepciót és a kvalitatív és kvantitatív lépcsőket alkalmazó kockázatfelmérési módszert, mely mind pont, mind diffúz szennyezőforrásokat tartalmaz (BME II.1.3.). A szennyezett területek kockázatfelmérésének első lépése a terület lehatárolása és térképezése. Ezt követően már elvégezhetjük a kvalitatív (pontszám) kockázatfelmérést, a lépcsőzetes metodika első feladatát, az előzetes felmérést. Erre az integrált kockázati modellel harmonikus kvalitatív kockázatfelmérési módszert dolgoztunk ki, melynek általános használatát javasoljuk a MOKKÁ-ban (BME II.1.4.)

Az előzetes felmérés szerves folytatása a második felmérési lépcső, a veszélyfelmérés vagy általános kockázatfelmérés, amikor a forrásokból történő kibocsátást határozzuk meg, és ezzel jellemezzük az egyes források általános (receptorok és területhasználat szerint még nem specifikus) kockázatát. A számítást a GIS alapú transzport modell segítségével végeztük el. A transzportmodell kalibrálása a helyi vízmérleg valamint a laboratóriumi mikrokozmosz kísérletek kioldási és szorpciós paramétereivel és/vagy terepi mérések eredményeivel történt.

A kockázatsökkentés tervezésénél figyelembe vettük a területre jellemző hatáson alapuló célértéket és a terület természetes kockázatsökkentő kapacitását. Ezt a komplex metodikát elsősorban diffúz források és bányászati eredetű hulladékokkal szennyezett területek vízgyűjtő szintű menedzsmentjéhez javasoljuk használni.

### ***Áttekintés az új módszerekről, alkalmazásokról, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról. Nemzetközi és hazai áttekintés (BME)***

A BME tanulmányaiban a Az Európai fejlesztések és az európai és magyar gyakorlat áttekintése után két mintaértékű nemzetközi fejlesztés részletes ismertetése következik.

**Hollandiában**, a talaj- és talajvízminőség meghatározására kétlépcsős eljárást alkalmaznak:

1. Talajban és talajvízben mért szennyezőanyag-koncentrációk alapján kockázat meghatározása multifunkcionális szennyezőanyag-specifikus határértékekhez viszonyítva.
2. Az aktuális, területspecifikus kockázat meghatározása a remediáció sürgősségének eldöntésére, csak nagyon szennyezett terület esetén. A különböző határértékeket összegyűjtöttük a BME II.1.2.3. tanulmányban.

A **brit metodika** lényege megegyezik az 1. táblázatban feltüntetett MOKKA oszlopokkal.

A 2005-ben közzétett brit segédanyag módszer-modelleket ad meg, olyanokat, melyek alapját képező kockázat-menedzsment elv széles kontextusban alkalmazható. Az anyag három fő részből áll: I: Módszerek, II: Módszertámogató adatok és III: Irodalmi adatok (BME II.1.2.4.).

### ***A hazai és nemzetközi helyzet alapján MOKKA project kockázatelemzésre vonatkozó fejlesztési tervének elkészítése, mérési és kísérleti háttér megteremtése (BME)***

BME az alábbiak szerint határozta meg azokat az újdonságokat, melyek a MOKKA fejlesztéseiben, illetve az adatbázisba gyűjtött új módszereknél prioritást kapnak (BME II.1.3.1.)

1. Ökotoxikológiai tesztek és biológiai módszerek: gyorsesztesztek, több trófikus szint, több irányú extrapoláció, a hozzáférhetőség, feltárhatóság számításba vétele tesztek alapján
2. A terjedési modellek finomítása a szennyezőanyag fázisok közötti megoszlásának, a biodegradáció és táplálékláncok figyelembevételével
3. Integrált felmérés és monitoring, ami azt jelenti, hogy fizikai-kémiai és biológiai valamint ökotoxikológiai módszereket integráltan alkalmazunk és értékelünk.
4. Korai figyelmeztető rendszerek, elsősorban biológiai korai figyelmeztető markerek
5. A hagyományos fizikai-kémiai módszerek és analízis új, kockázatalapú használata
  - Szennyezett területek felmérésére alkalmas integrált metodika: TTT (Talaj Tesztelő Triád)
  - Terjedési modellek áttekintése
  - GIS-alapú terjedési modellek és alkalmazásuk
  - Szennyezett területek doboz-modellje
  - A szennyezőanyag megoszlása a talaj/üledék fázisai között
  - A szennyezőanyag mozgékonyasága és hozzáférhetősége, feltáródás emésztés során, mérése kémiai és biológiai módszerekkel és felhasználása a kockázat számításához.
  - A kémiai és biológiai hozzáférhetőség, utóbbi modellezése kémiai módszerekkel és számításokkal.
  - Biokoncentráció, a másodlagos mérgezés
  - Fizikai-kémiai módszerek fejlesztése a környezet, a szennyezőanyag és a szennyezett környezet jellemzésére, kockázatközpontú analitika
6. *In situ* műszeres mérési módszerek: pH, redox, vezetőképesség, XRF, IR talajra és üledékre
7. A PNEC oldal fejlesztéséhez szükséges tanulmányok és fejlesztések: a toxicitás megoszlása a talaj/üledék gáz, folyadék és szilárd fázisai között,
8. Ökotoxikológiai tesztek, mutagenitási tesztek, stb.
9. Biológiai módszerek fejlesztése az aktuális toxicitás mérésére és döntéstámogatásra: korai figyelmeztető rendszerek, biodegradációs tesztek, gyors bioakkumulációs teszt szennyezőanyagok mobilitásának és táplálékláncban való viselkedésének vizsgálatára, direkt érintkezést biztosító talaj- és üledék toxicitási tesztek, új érzékeny és eltérő

trófikus szintekről származó tesztorganizmusok bevonása, új, érzékeny végpontok bevonása a kutatásba és alkalmazásba.

10. A biodiverzitás mérésének új és hatékony módszerei

11. Új, hatékony értékelési és interpretálási módszerek

12. Szcenáriók bevezetése a kockázatelemzésben és a hatások tanulmányozásában

13. Talajok, üledékek, szilárd fázisú minták feltárása, emésztése, a szennyezőanyagok analízishez történő kioldásának modell értékűsége, a kioldás mértékének tetszőleges változtatása: különböző oldószerek, eltérő erősségű savak, előemésztés, ciklodextrin alkalmazása

A BME a MOKKA első évében egy sor új környezettoxikológiai módszer megalapozásán, tovább fejlesztésén, új tesztorganizmusok és végpontok kutatásán dolgozott.

BME II.1.3.2. és BME II.1.3.3. tanulmányaiban részleteztük az **állati tesztorganizmusokkal végzett kísérleteit**. Egysejtű állat (Tetrahymena), Nematoda, Collembolla, Daphnia jellemzőit, érzékenységét és alkalmazhatóságát vizsgáltuk különféle kockázati szcenáriókat modellezve. BME II.1.3.2. tanulmányban alapozta meg a „**kockázati szcenáriók**” elméletét és gyakorlatát, vagyis azt, hogy a környezettoxikológiai teszt azokat a körülményeket modellezze, amelyek adekvátak a vizsgálni kívánt kockázat szempontjából (BME II.1.3.5.). Ezeket és még egy sor másik szempontot a hatásokat mérő tesztmódszerek **MOKKA PNEC adatlapja** készítésénél is figyelembe vettük (BME IV.1a.2.) Az adatlap első változatát próbakitöltéseknek vetettük alá (BME IV.1a.3.) és a tapasztalatok alapján módosítottuk.

A környezettoxikológiai tesztek fejlesztésének megalapozásához beszereztünk egy **Sensomat típusú léghőmérő készüléket**, amely zárt palack módszerként alkalmazható, elsősorban szennyvízre (BOI), de korábbi tapasztalataink alapján a metodika talajra is adaptálható (ld. BME II/2a.4a és 4b.), valamint egy olyan **Luminometert**, mely nagyszámú minta mérésére és szoftveres kiértékelésre alkalmas.

### ***A műszerfejlesztések tervezése, előkészítése (Aqua Concorde)***

Talaj pH–Eh–EC–T multiparaméteres *in situ* szonda kifejlesztését vállaltuk. Első lépésként kétoldalú megbeszéléseken felmértük az igényeket. Olyan műszerre van szükség, mely *in situ*, szabadföldi körülmények között alkalmazható, egyidejűleg képes a pH, a vezetőképesség, a hőmérséklet és a redox potenciál mérésére. Hordozhatónak és olcsónak kell lennie, valamint a szabadföldi körülmények közötti kis nedvesség-tartalom esetén is működni kell. Alkalmasnak kell lennie arra, hogy szennyezett területek kockázatának felmérésekor rövid válaszidővel adjon megbízható eredményt és technológiamonitoring során hónapokon át rendszeres leolvasást tegyen lehetővé.

A pH mérés a háromfázisú talajban nem megoldott. Az irodalomban leírt mérőegységek a direkt talaj pH mérés problémáinak tárgyalását általában elkerülik, a mérést a zagykészítéses mintakezeléssel oldják meg. Felmértük a piacon kapható hasonló célú szondákat. Multiparaméteres szondák között nem találtunk olyant, amelyik mind a négy kívánt paramétert mérné. A pH-vezetőképesség, vezetőképesség-hőmérséklet mérő egységek kizárólag on site, de nem *in situ* mérést tesznek lehetővé.

A MOKKA projektben tervezett Talaj pH-Eh-EC-T multiparaméteres *in situ* szonda tervei elkészültek (Aqua Concorde II.1). Ehhez a következő problémákra kellett megoldást találni:

-a három fázisú talaj alacsony nedvességtartalma miatt megfelelő közvetítő fázis alkalmazására van szükség, a közvetítő fázissal kapcsolatos követelményeket összeállítottuk, a lehetőségeket felmértük, és kidolgoztuk egy innovatív megoldás tervét.

-kidolgoztuk a pH és redox potenciál elkülönített mérésére alkalmas konstrukciót

-a szonda talajbasüllyesztésének módját megterveztük. Ez a konstrukció lehetővé teszi a kontrollált gázatmoszféra alatti *in situ* mérést, ami a 3 fázisú talaj vizsgálatát jelenti.

-optimáltuk az elektródok elhelyezését a szondafejben minimalizálva az egyes mérések zavaró hatásait a többi mérésre

-a szenzorok elektródjainak funkcionális optimalása is megtörtént (közös ill. elkülönített elektródok alkalmazása)

A tervek alapján a prototípus elkészítése megkezdődött.

### ***A korai figyelmeztető rendszerekkel kapcsolatos módszerfejlesztések megtervezése, előkészítése (VITUKI)***

A korai figyelmeztető rendszer a környezethasználati tevékenység során mindazoknak a preventív intézkedéseknek az együttesét jelenti, amelyek biztosítják, hogy a tevékenység a legkisebb környezeti kockázattal járjon (VITUKI II.1.).

A korai figyelmeztető rendszer komplex fogalom, adminisztratív intézkedések és műszaki berendezések, létesítmények, valamint monitoring pontok összessége.

A korai figyelmeztető rendszer részének kell tekinteni a prevenciót ami arra irányul, hogy a olyan fejlesztéseket szorgalmazzon, illetve végezzen, ami a szennyezőanyag-kibocsátást csökkenti, illetve az adott időszak (aktuális) emissziója ne lépje túl a technológiából származó értéket (technológiai fegyelem szigorú betartása).

Fel kell térképezni az elemi csapás, üzemzavarok, szállítási balesetek lehetséges kockázatait. A kockázatok csökkentésének és a bekövetkező katasztrófák elhárításának módjára intézkedési terveket kell készíteni, illetve készíttetni.

A veszélyes anyagok, köztes termékek, vagy hulladékok tárolását, elhelyezését úgy kell megoldani, hogy a baleset, vagy egyéb üzemzavar során elszivárgó veszélyes anyag jelenléte a szennyezés bekövetkezése előtt felismerhető legyen.

A figyelmeztető rendszerek legismertebb és leggyakrabban használt létesítményei a monitoring létesítmények.

Kísérleti terv készült korai figyelmeztető rendszer telepítésére és tesztelésére (VITUKI Kht. II.1.1.)

### ***Nemzetközi és hazai áttekintés az új módszerekről, alkalmazásokról, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról. Az új tesztmódszerek előkészítése, modellezési tesztek (VITUKI Consult)***

VITUKI CONSULT tanulmányainak célja a modern környezetmenedzsment eszköztárban jól használható PEC-módszerek, azaz a környezeti koncentráció előrejelzése és felhasználása a kockázatelemzésben, amely a döntéstámogató rendszer egyik moduljának kidolgozásakor alapozó tanulmányként további hasznosításra kerül (VITUKI CONSULT II.1.1. és II.1.2.).

A VITUKI CONSULT munkatársai összeállítottak egy tanulmányt a hiperspektrális távérzékelési technológia kockázatelemzési lehetőségeiről és alkalmazhatóságáról magyar és angol nyelven. A tanulmány egy jó alapozó anyag a hiperspektrális távérzékelés elvének és lehetőségeinek megértéséhez, amely módszer a környezetmenedzsment kockázatainak kis- és nagyléptékű felmérésében jelentős szerepet kaphat a jövőben. A tanulmány a következő fő tématerületeket tekinti át:

- A távérzékelés és hiperspektrális távérzékelés alapjai
- A hiperspektrális távérzékelés fő alkalmazási lehetőségei
- A hiperspektrális technológia működésének részletesebb leírása külön figyelmet fordítva a modern környezetmenedzsmentben használható kockázat-felmérési és kockázat-csökkentési lehetőségekre

- Esettanulmányok

Ebben a tanulmányban a légi hiperspektrális kamerával gyűjtött információk felhasználhatóságát tártuk fel a módszer bemutatásával, valamint konkrét esettanulmányok ismertetésével. A hiperspektrális felvételezés az anyagok, molekulák és növényfajok „spektrális” ujjlenyomatát rögzíti több sávban készített felvételekkel, ezáltal az egyéb módszerekhez képest sokkal részletesebb képet ad. Több mint 20, de akár több 100 egymás melletti, néhány nanométer keskeny hullámhosszávon történik az érzékelés. Környezetvédelmi szempontból nézve lehetőségünk nyílik a talaj típusok, és összetevőinek, (pl. az agyagásványok) tanulmányozására, nedvességi állapotának vizsgálatára, emellett a talajok szennyezésének, (pl. olajszennyezés) detektálására, és a szennyezés előrejelzésére.

A modellezési tesztekéről készült tanulmány a következő témákat tekinti át:

#### I. Az egyes modell típusok összehasonlító tanulmánya

- Főbb felszín alatti hidraulikai és transzport szoftverek áttekintése (BIOF&T, FEFLOW, FLONET/TRANS, FLOWPATH II, PRINCE, RBCA Tier 2 Analyzer, Visual MODLOW Pro, MIKE She)
- Főbb vízgyűjtő-modellezési szoftverek áttekintése (AV SWAT, INCA-P, TEOTIL, Source Apportionment, Desert, ISIS, ILWIS, MIKE Basin, TRK, REALTA, EVENFLOW, N-Less)
- Főbb kockázatfelmérésben használt szoftverek áttekintése: (Crystal Ball, ISCAERMOD View, PRINCE, RBCA Tier 2 Analyzer, RBCA Tool Kit, RISC, RMP View, Screen View, SLAB View)
- Az egyes modell-típusok összehasonlítása
- A figyelembe vett modellek tapasztalatainak összefoglalása

#### II. A döntéstámogató rendszer „modell-választási” adatlapjának előkészítése

- A modellek fontosabb jellemzőinek azonosítása figyelembe véve a Harmoni-Ca EU FP5 projekt eredményeit.
- Problématípusok azonosítása (felhasználói igényoldal)
- Azon problémák azonosítása, amelyekre nincs jól használható/elérhető modell

#### III. A modellezési tesztek előkészítése

- Konzultáció a kármentesítési technológia-fejlesztőivel a célterületről és a vizsgálandó paraméterekről
- A szóba jöhető modellek első körös azonosítása

Első lépésként megvizsgáltuk az egyes modell típusok jellemzőit. Áttekintettük a modellek fejlesztésének céljait, egyenleteit, működését, felhasználhatóságát, és alkalmazhatóságát. Ezen jellemzőket modellenként is összefoglaltuk (VITUKI CONSULT II.1.2)

A VITUKI CONSULT munkatársai megkezdték a konzultációt a MOKKÁ-ban fejlesztendő remediációs technológia fejlesztőivel a mintaterületi modellezéssel kapcsolatban.

### ***Hozzájárulás MOKKA kockázatfelmérésre vonatkozó fejlesztési tervének elkészítéséhez, felkészülés a módszerfejlesztésekre, mérési és kísérleti háttér megteremtése (CycloLab)***

Cyclolab rövid tanulmányt készített a ciklodextrint alkalmazó módszerekről a kockázatfelmérésben. Az irodalomban számos közlemény és szabadalom foglalkozik ciklodextrinek alkalmazásával érzékenyebbé tett szenzorok készítésével és vizsgálatával. Ezek alkalmasak arra, hogy levegőben, vízben, talajvízben kimutassanak toxikus anyagokat, pl. szénhidrogének, illékony szerves anyagok gőzeit, ösztrogén-jellegű anyagokat, policiklusos aromás szénhidrogéneket. A közlemények egy másik csoportja is egy viszonylag új módszert ír le. Ez a hidroxipropil-béta-ciklodextrin (HPBCD) vizes oldatával végzett talajextrakció, mely *a biológiailag hozzáférhető szerves szennyezőanyag* mennyiségét jellemzi szemben a feltáró jellegű oldószeres extrakciós eljárásokkal. Ez utóbbiak a talaj teljes szennyezőanyag tartalmának

meghatározására törekszenek. A módszer lassan terjed, de eddig szinte kizárólag PAH vegyületek biológiai hozzáférhetőségének becslésére használták. (CycloLab II.1.1.)

Feladatunk a GVOP LOKKOCK projektben annak vizsgálata, milyen összefüggés van a HPBCD-vel extrahálható és a biodegradálható frakció között. A MOKKA projektben a biológiai hozzáférhetőség egy másik aspektusát vizsgáljuk, azt, hogy milyen összefüggés van a HPBCD-vel extrahálható frakció és az ökotoxikológiai tesztek eredményei között. Arra is keressük a választ, hogy a ciklodextrines extrakció mit mér, a biológiai elérhetőséget vagy a hozzáférhetőséget. **Kísérleti tervet** készítettünk, melyben egy-egy jellemző szennyezőanyaggal és szennyezőanyag-keverékekkel szennyezett talajokat extrahálunk különböző ciklodextrinokkal, (pl.a HPBCD-nél jobb oldóhatású véletlenszerűen metilezett  $\beta$ -ciklodextrinnel, a RAMEB-bel) és az eredményeket összevetjük az adott talajra a BME laboratóriumában mért ökotoxikológiai tesztek eredményeivel. A talajszennyezéseket már részben elvégeztük, a mérési módszerek beállítása folyamatban van. (CycloLab II.1. 2.)

A CycloLab másik kutatási területe a CD hatása szerves szennyezőanyagok  $K_{ow}$  értékére. Mivel a rosszul oldódó anyagok oldékonysága nő a ciklodextrin oldatokban, a vízben már nem vagy csak nagy hibával meghatározható oldékonyság helyett a ciklodextrin-oldatban mért oldékonyságok könnyebben, kisebb hibával mérhetőek. Erre a felismerésre épül az új módszer, melynek lényege, hogy növekvő koncentrációjú ciklodextrin oldatokkal kevertetjük az oldatban oldott szennyezőanyagot, és ezt a koncentráció függvényében ábrázolva extrapolálunk a tiszta vízre, hogy megkapjuk a  $K_{ow}$  értékét. A MOKKA projektben ezt a módszert is verifikáljuk (ellenőrizzük alkalmazhatóságát többféle típusú szennyezőanyagra), és elkészítjük a módszert leíró adatlapot, mely a MOKKA adatbázisba kerül. A **kísérleti terv** a verifikálásra elkészült. (CycloLab II.1. 3.)

A kísérleti terv alapján CycloLab megkezdte az előkísérleteket a ciklodextrines extrakció fejlesztésére, verifikálására valamint a  $K_{ow}$  meghatározási módszer extrapolációval való meghatározásának validálására. Az eredményeket rövid **jelentésben** foglaltuk össze. (CycloLab II.1.4.)

A cél az irodalomban a PAH-vegyületek biológiai hozzáférhetőségének jellemzésére leírt módszer verifikálása: kipróbálása más szennyezőanyagokra, különféle talajokra. Az irodalomban csak hidroxipropil-béta-ciklodextrint (HPBCD) használtak erre a célra, mi más ciklodextrinek kipróbálását is terveztük. A jelentésünkben beszámolunk az előkísérleteink eredményeiről, melyek arra mutatnak, hogy valószínűleg helyes volt a HPBCD-t választani a biodegradálható frakció mérésére, mert legalábbis a kromatogramok minőségi értékelése alapján a feloldott vegyületek a biodegradálható vegyületek közé tartoznak. Arra későbbi kísérletekben keresünk választ, hogy a talajból ezzel az enyhe extrakcióval kioldható szennyezőanyagok mennyisége és a biodegradálható frakció mennyisége illetve a talaj toxicitása között valóban szoros korreláció áll-e fenn.

### ***A hazai gyakorlatban alkalmazott kockázatfelmérési módszerekről, céljairól, az alkalmazó cégekről. Nemzetközi és hazai áttekintés az alkalmazott új módszerekről, a hatások méréséről és a hatáson alapuló döntési kritériumokról a hazai gyakorlatban. Igények felmérése (KSZGYSZ)***

A vonatkozó kormányrendelet szerint a tényfeltárási záródokumentum 7. fejezetében ismertetni kell a környezeti kockázatfelmérés elméleti modelljét, a modelltől adódó, helyi körülmények figyelembe vételével számbavehető kitétségeket, a felmérés kiindulási adatait, az alkalmazott számítási módot. Föl kell sorolni a környezet elemeinek: a levegő, a talaj, a felszín alatti vizek károsodásának valószínűségeit, a szennyező anyagoknak a különböző környezeti elemek közötti mozgásának lehetőségeit, módozatait. Ismertetni kell a szennyeződésnek a területhasználatokra való hatását. Az elvégzett számítás alapján javaslatot kell tenni a kockázati alapon meghatározott (D) kármentesítési szennyezettségi határértékre.

### ***A kockázatfelmérés gyakorlata (KSZGYSZ II.1.)***

A magyar szakcégek a remediációra vonatkozó hatályos jogszabályokban előírt feladatok teljesítésére koncentrálnak. Felméréseink szerint (szóbeli tárgyalások és válaszok a MOKKA kérdőívre) Magyarországon szűkös az alkalmazott kockázatfelmérési eljárások köre. A fontos helyet kapnak az adatok rendszerezésére kifejlesztett számítógépes szoftverek. A remediációs szolgáltatókat nyújtó cégek közül sokan ezt a megoldást választják főleg az egyszerűbb feladatok megoldására. A szoftverek alkalmazása során sok múlik a bevitt paramétereken, és azon, hogy a modell eredményeit felkészült szakember értékelje, hogy az esetleges hibát generáló paramétert kiszűrje. Az alkalmazott szoftverek: Modflow, RBCA RiskWorkBench, Toolkit.

Komolyabb feladatokra néhány cég specializálódott. A mintában talált toxikus anyagokra vonatkozóan a Fodor József Országos Közegészségügyi Központban kifejlődött szellemi központhoz fordulnak.

A BGT Hungária Kft gyakorlata szerint a kockázatfelmérés lépcsőzetes felépítésű, iteratív eljárás, mely a kezdetben felülbecsült kockázati szint folyamatos finomításával közelíti a hatásviselők tényleges kockázatát. A kockázatfelmérés módszere a szennyezőforrás – terjedési útvonal – hatásviselő rendszerben értékeli a szennyeződést. A hazai eljárás hangsúlyosan veszi figyelembe a Kárpát-medence nagyterjedésű, összefüggő – hazai ivóvízkészleteink legfőbb forrását adó – felszín alatti víztartó összleteinek védelmét. A módszert úgy kell alkalmazni, hogy megakadályozható legyen a kizárólag a talajban észlelt szennyeződés talajvízbe történő bejutása. Abban az esetben, ha a szennyeződés már elérte a felszín alatti vizet, meg kell akadályozni hogy a szennyeződés a kijelölt lehatároló pontokon (megfelelőségi pontokon) túl terjedhessen.

### ***Igények felmérése***

MOKKA kérdőív készült az igények felmérése érdekében. A kérdőívvel elsősorban szennyezett területekkel rendelkező felhasználókat kérdeztünk meg (KSZGYSZ II.1.).

A kitöltött kérdőívből 20 érkezett meg a KSZGYSZ-hez a kijelölt határidőre, február 20-ig. A válaszokból kiderül, hogy a válaszadók 50%-a elégedetlen a környezetmenedzsment rendelkezésre álló eszköztárával. Ha egy adatbázisban kipróbált és bizonyított biológiai talajvizsgálati módszereket találna – körültekintő leírással – alkalmazná/megrendelné azokat öröklött szennyezett terület felméréséhez (70%), környezetmonitoringhoz (75%), korai figyelmeztetőrendszer kiépítéséhez (55%). Ha egy adatbázisban kipróbált és bizonyított környezettoxikológiai módszereket találna körültekintő leírással, szívesen alkalmazná vagy megrendelné azokat öröklött szennyezett terület felméréséhez (70%), környezetmonitoringhoz (65%), korai figyelmeztetőrendszer kiépítéséhez (40%). Az ökotoxikológiai tesztek közül a *Vibrio fischeri* tesztről 25%, a dehidrogenáz-aktivitási tesztről 30%, a biodegradációs tesztek-ről 55%, a gyökérnövekedési tesztről 55% hallott már, de egyikről sem hallott még a válaszadók 25%-a. Arra a kérdésre, hogy melyik módszert alkalmazta már a fentiek közül a dehidrogenáz-aktivitási tesztre 5%, a biodegradációs tesztekre 10%, a gyökérnövekedési tesztre 10% válaszolt igennel.

A hatósági szakemberek számára kidolgozott kérdőív a hatósági munka támogatását szolgáló információk körének felmérésére törekedett. A hatósági munkatársak jelentős része, 80% nem foglalkozott még a korai figyelmeztető rendszerek témakörével. (VITUKI II.1.2.)



## **II/2.a. Új környezettoxikológiai módszerek fejlesztése talajra**

### ***Interaktív tesztek teljes talajra: a magyar és az európai helyzet, az alkalmazott és szabványosított módszerek (BME, VITUKI)***

BME hat tanulmányban ad átfogó áttekintést teljes talajra alkalmazott interaktív tesztekéről, a magyar és az európai helyzetről, az alkalmazott és szabványosított módszerekről, elsősorban azokról, melyeket teljes talajra/üledékre alkalmaznak a magyar és az európai gyakorlatban. Összegyűjtöttük az alkalmazott és szabványosított módszereket (BME II.2a.1. és BME II.2a.2.)

Külön tárgyaljuk az ökotoxikológiai tesztek jelentőségét a talajoknál szükséges integrált metodikában, a TalajTesztelőTriádban.

Folyamatban van a tesztfejlesztés új, érzékenyebb végpontok keresésével. A környezettoxikológiai tesztek érzékenységét azért kell növelni, hogy a hatás egyértelmű megjelenésének ideje rövidíthető legyen. Az igény a nagyérzékenységű környezettoxikológiai gyorsesztekre, korai figyelmeztető indikátorokra/markerekre sürgető. Megfelelő, megbízható és valóban gyors és viszonylag olcsó módszer gyakorlatilag nem létezik. Az általunk vizsgált új végpont, **a tesztorganizmus hőtermelése** mikrokaloriméterben nagy pontossággal mérhető. Az előkísérletek határozottan pozitív eredménnyel jártak és a biodegradáció vizsgálatára alkalmas mérési összeállítást sikerült is kifejlesztenünk (ld II/2a.3.).

BME kutatásainak legizgalmasabb és az alapkutatásokhoz legközelebb álló feladata szennyezőanyagok mobilitásának/hozzáférhetőségének vizsgálata szennyezett talajban. A problémakörről ad áttekintést a BME II.2a.3a. tanulmány, a kísérletek eredményeit pedig Hajdú Csilla Diplomamunkája és BME II.2a.3b. tanulmánya foglaljuk össze. Az oldószeres extrakció, a kétlépcsős emésztés (gyomor, vékonybél) és a ciklodextrin hatását vizsgáltuk 3 talajszennyező anyagra. Megállapítottuk, hogy a szennyezőanyagok analitikai mérésekkel feltárható és meghatározható mennyisége, valamint az élő szervezetek számára hozzáférhető, biológiai hatást mutató mennyisége eltér. A rengeteg kísérletet felölelő munka egy sor nem várt, érdekes eredményt is hozott, melyek további kutatásra érdemesek: pl. a talaj toxicitást „pufferoló” hatása fenantrén esetében, vagy az összetett szennyezőanyag fázisok közötti megoszlásának eltolódása és az eltolódás hatásokban megmutatkozó következményei.

### ***Gyorseszteszt talajszennyező anyagok biodegradálhatóságának vizsgálatára, a módszer protokolljának kidolgozása, az alkalmazási lehetőségek vizsgálata, kipróbálása (BME)***

A „zárt palack” típusú teszt előkísérleteit, a kidolgozott módszert, protokollját és alkalmazásait a BME II.2a.4. tanulmányban részletezzük.

A talajra alkalmazott zárt palack teszt analóg a szennyvizek BOI mérésével. A zárt palack oxigénellátása limitált ugyan a palackba zárt levegő mennyisége által, viszont elfogyása jól mérhető a nyomáscsökkenés alapján, mindaddig, amíg a talajmikroflóra át nem áll az alternatív légzésformákra. Ennek megtörténte is nyomon követhető és fontos információt szolgáltat. A módszer protokolljának kidolgozása megtörtént, a zárt palack méretétől függő optimális talajmennyiség, talajelőkészítés, tápsóadagolás, a mérés idejének és körülményeinek megadásával.

### ***Biodegradációs folyamatok vizsgálata, értékelése vízi környezetben, üledékben konkrét szennyezett területen (VITUKI)***

Az ökológiai folyamatok nyomon követésére a Dorogi medencében 2004. júliusában történt havária által okozott szennyezés nyomon követésével került sor (VITUKI II.2a.). A talaj- és talajvíz szennyeződésének vizsgálata mellett a felszíni vizek hidrobiológiai és ökotoxikológiai

vizsgálatára került sor. Hidrobiológiai vizsgálataink során Fitoplankton (felszíni vízminta); Zooplankton (felszíni vízminta); valamint Makroszkópos gerinctelenek (felszíni vízminta) vizsgálatokat végeztük el. Víztoxikológiai vizsgálatok során Daphnia teszt; hal teszt, és csíranövény teszt készült. A módszereket integráljuk a MOKKA-ba. További teszteleések kísérleti terve elkészült (VITUKI Kht. II.2a.1.)

### **III/1 Kockázat alapú megelőzés és korlátozás, a kockázatcsökkentés eszközei**

#### ***Kockázat alapú megelőzés és korlátozás, mint a kockázatcsökkentés eszközei (BME)***

Ha egy vegyi anyag vagy egy szennyezett terület kockázata meghaladja az elfogadható értéket akkor két dolgot tehetünk: vagy a kibocsátást és az abból adódó környezeti koncentrációt csökkentjük vagy a károsan még nem ható koncentrációt növeljük. Ez egyenesen adódik a kockázat definíciójából, az  $RQ = PEC/PNEC$  ( $RQ$  risk quotient,  $PEC$  predicted effect concentration,  $PNEC$  predicted no effect concentration) hányadosból.

A  $PEC$  csökkentésének lehetőségei az integrált kockázati modellt végigkövetve csökkenthető a forrás megszüntetésével vagy a forrásból történő kibocsátás csökkentésével. Ez a gyakorlatban a vegyi anyag gyártásának és használatának csökkentését vagy a kibocsátás (szennyvíztisztító beépítése, szelektív hulladékgyűjtés, stb.) csökkentését jelenti. Itt nagy jelentősége van a monitoringnak és a megelőzésnek. A forrásból továbbhaladva a kockázati modellen a kibocsátást követően a transzport korlátozásával érhetünk el célt, pl. szennyezett felszín alatti vizeknél rézfalak, aktív rézfalak vagy állandó depresszió alkalmazásával, felszíni lefolyásoknál, csurgalékoknál megfelelő tartózkodási idők, tavak, lápok beiktatásával, szilárd fázisú környezeti elemeknél pedig stabilizáció alkalmazásával.

Amennyiben nem tudjuk a  $PEC$  oldalt megelőzéssel és korlátozással (az intézkedések közül a remediációt itt most nem tárgyaljuk) csökkenteni, kénytelenek leszünk a  $PNEC$  oldal csökkentését megoldani. Itt is vannak lehetőségeink, hiszen a  $PNEC$  oldal nagyban függ a terület-használattól és a receptoroktól. A terület-használatban elrendelt korlátozás mindig a kevésbé érzékeny terület-használat irányába kell hasson. A lakossági használatból való kizárás, építési tilalom, elkerítés, tiltó táblák elhelyezése mind olyan lehetőség és gyakorlat, mely a terület-használat változtatását célozza. Horgászni tilos, fürödni tilos, belépni tilos, stb. Az ilyen akut intézkedéseknél célszerűbb a megfontolt tervezés, a terület-használatok hosszú távú tervezése, a területfejlesztés. Ez akkor lesz kockázatalapú és egyszersmind költség-hatékony, ha a területek kockázatához illeszkedő terület-használatokat szabunk meg. A kockázatközpontú gondolkodás és menedzsment képes a terület-használatokkal kapcsolatban felmerülő kérdésekre is választ adni és képes hosszútávon is biztosítani az egyensúlyt az emberi tevékenységek és a környezet (ökoszisztéma és ember) igényei között (BME III.1.)

#### ***Tanulmányfejezet a hazai vállalkozói gyakorlatról (KSZGYSZ)***

Szennyezett területekkel kapcsolatos megelőzés és korlátozás leggyakoribb célja Magyarországon annak megakadályozása, hogy a felszíni/felszín közeli talajszennyezettség a talajból a talajvízbe jusson, és hogy a talajvíz szennyezettsége a mélyebb vízadókra is kiterjedjen (KSZGYSZ III.1.). A szennyezés továbbterjedésének megelőzését a terület fizikai elhatárolásával szokták ilyen esetekben biztosítani.

Rézfalak építésével biztosítják az egyes ipari tevékenységet folytató cégek a szennyezés terjedésének megelőzését, ugyanúgy, mint a feltárt szennyezések továbbterjedésének akadályozását pl. felhagyott katonai létesítmények esetén.

Azesettanulmány a Dunai Finomító (Százhalombatta) tapasztalatait mutatja be:

A szénhidrogének környezetkárosító hatásainak kivédésére egységes védelmi koncepció kidolgozására volt szükség. Az első lépés mérnökgeológiai kutatás elvégzése volt.

A második lépésben az adatokat számítógépes nyilvántartásba vették, ebből összeállítottak egy adatbázis-kezelő programot és született egy egységes környezetföldtani modell (földtani, vízföldtani, terjedési információ-tartalommal). Ezek alapján talajvíztartót lezáró vízrekesztő résfal és folyadék kitermelő műtárgyak építéséről döntöttek. A rendszer folyamatos monitoring alatt áll, az információkat számítógéppel dolgozták fel. Technológiai rekonstrukció és a meglévő talajvíz szénhidrogén szennyezettségét kitermelő rendszer következményeként a szennyezett területek kiterjedése első lépésben összességében nem növekedett, majd lassú csökkenés indult el, ami azóta is tart.

### III/2.a. Remediáció elmélete és gyakorlata

#### *Áttekintés az innovatív technológiákról: definíció, osztályozás, leltározás, EU együttműködés (BME és TAKI)*

A **BME MGKT tanszékén** a remediáció elméletének és gyakorlatának komoly hagyományai vannak, hiszen Gruiz Katalin a MOKKA Konzorcium vezetője kezdte Magyarországon a talajremediációt kutatni, fejleszteni és oktatni.

A MOKKA megalapozását szolgáló elméleti és gyakorlati alapoanyag az USA-ban, majd az EU-ban mára immáron kikristályosodott elvek és gyakorlat, valamint a konzorciumi tagok saját tapasztalata figyelembe vételével történt. Áttekintést nem csak az innovatív technológiákról, de az összes létező, manapság hozzáférhető technológiáról adunk, ezeket osztályozzuk és leltározzuk, az innovatív technológiák, a demonstrációt és félüzemi alkalmazás mibenlétét pedig definíciószerűen tisztázzuk. Mindez nem csak a tanulmányokban, hanem a MOKKA lexikonban is megjelenik (BME I.1.2.).

Gruiz K.: Reaktorszemlélet című munkája (BME III.2a.1.) a konzorciumi tagok egységes szemléletének megalapozó tanulmánya, a döntési algoritmusok és az animációk alapja. A  **tudományos alapú osztályozás** egyértelműsége remélhetőleg egyszer s mindenkorra tisztázza majd – a MOKKA adatbázis segítségével – az évek során, még szakmai körökben is jellemző konfúziót, a műveletek, a technológiák és a természetes biológiai folyamatok keveredését. A talajfázisok, mozgékonyaságuk, a szennyezőanyagok fázisok közötti megoszlása és ezek figyelembe vétele a technológiatípusok meghatározásánál és osztályozása során tiszta képet fest a szennyezett talajról és a benne folyó történésekről, spontán és irányított folyamatokról. **Az in situ talajremediáció reaktorként kezelése** a mérnöki kezelésmódot teszi lehetővé. A technológiák szemléltetésére kidolgozott jelképrendszer pedig a MOKKA adatbázis animációinak az alapját teremtette meg.

Gruiz Katalin: Bioremediációs technológiák és technológiaválasztással kapcsolatos döntések című tanulmány (BME III.2a.2.) elsősorban a biotechnológiák, a természetes folyamatokra alapozó talajremediáció elméletét és gyakorlatát taglalja és megadja a döntéstámogató rendszerben szereplő, **technológiaválasztásra vonatkozó döntési algoritmusok** első megoldásait.

**MTA-TAKI** Magyarországon a fitoremediációs kutatások és fejlesztések vezető kutatóhelye. A Fitoremediáció egy korszerű remediációs technológia, elsősorban nehézfém-szennyeződés kockázatának csökkentésére alkalmazható (MTA TAKI III.2a).

A fitoremediációs eljárások egy részének feltétele a növény (többnyire növényi gyökér) nehézfém megkötése, felvétele. A növény elemfelvételét alapvetően befolyásolja a megkötendő, felveendő nehézfém oldhatósága, mely a talaj folyékony és szilárd fázisában különböző, többnyire egymással dinamikus egyensúlyban álló frakciók arányától függ, azaz elem- és talajspecifikus. Ezt mindkét irányba, tehát mind a felvehetőség (fitoextrakció), mind a fel nem vétel (fitostabilizáció) irányába befolyásolhatja a technológus. A nehézfémek a vizes fázisban szabad hidratált ionok, szervetlen és szerves komplexek, diszpergált kolloidok, a szilárd fázisban csapadék, kolloidokon adszorbeáltan, szilikátokban rácsalkotóként találhatók. A

fitoremediáció során a különböző formák aránya adalékanyagokkal, műtrágyákkal, a vízház-tartás alakításával (vízszennyezéseknél értelemszerűen nem) befolyásolható.

A fitoremediáció legfőbb előnye a környezetkímélés és a viszonylagos olcsóság, legfőbb hátránya a korlátozott alkalmazhatóság és a nagy időigény.

Fejlesztéseink célját jelentő **fitostabilizáció** lényege a nehézfémek immobilizálása, az oldható, mozgékony frakciók csökkentése, növények segítségével. A módszer alkalmazása során a nehézfémek oldhatóságát különböző adalékanyagokkal csökkentik, majd a még „felvehető” frakciót dús gyökérszerű, évelő növényekkel fémtoleráns fű, vagy fajokkal megkötik. A módszer különösen alkalmas lehet a „nehézkés” ólom ártalmatlanítására.

A fitoremediáció hatékonysága a talaj, a szennyező fém és a növényi tulajdonságoktól egyaránt függ, vagyis valamennyi fém oldhatósági, növényi felvételt és akkumulációt alakító tényezőtől. A bonyolult környezeti rendszer kezelése, a megfelelő módszer kiválasztása és helyi adaptálása mindenkor gondos és részletes elővizsgálatokat igényel.

### ***Áttekintés az innovatív technológiákról: ciklodextrines technológiák, EU együttműködés (Cyclolab)***

Cyclolab tanulmányt készített a környezeti kockázat csökkentésére szolgáló ciklodextrines technológiákról (CycloLab III.2a.1.). Áttekintettük a ciklodextrin alkalmazási lehetőségeit a levegőszennyezés csökkentésére, a szennyvízkezelés intenzifikálására és a szennyezett talaj kockázatának csökkentésére. A talajtisztítási technológiák irodalma a legkiterjedtebb. Több, mint 10 féle ciklodextrines kezeléssel kombinált technológiát írtak már le eddig, a többség ciklodextrines talajmosás utáni felszíni talajvízkezelési eljárást használ. A tanulmányban részletesebben értékeltük azokat a technológiákat, melyek túljutottak a laboratóriumi kipróbálásán, és legalább egy szabadföldi demonstrációs kísérletben igazolódott a technológia hatá-  
sossága.

Összesen 4 ilyen technológiát találtunk: 1 hazai (saját), 2 európai, és egy amerikai fejlesztés. Az olasz csoport technológiáit 1–1 szabadföldi kísérletben próbálták ki, az amerikai technológia már 4 publikált demonstrációs kísérletben bizonyult hatásosnak. A hazai fejlesztésű technológia demonstrálására két kísérletben került sor kicsit eltérő kivitelezéssel: külön bevezető és szívó kutakat (line drive rendszer) és felváltva működtetett közös bevezető-szívó kutat (push pull rendszer) alkalmazva. A tanulmányban ezeket a demonstrációs kísérleteket részletesen ismertetjük. A hazai két demonstrációs kísérletről kitöltöttük a **MOKKA adatlapot**, amely a technológiai adatbázisba kerül (CycloLab IV.2a.1 és IV.2a.2.). Az olasz fejlesztőkkel felvettük a kapcsolatot, hozzájárulnak ahhoz, hogy technológiáik a MOKKA adatbázisba kerüljenek és készen állnak arra, hogy további adatokat adjanak meg. Tervezzük a kapcsolatfelvételt az amerikai fejlesztőkkel is.

A tanulmány rövidített változata a Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállításon (2006. szeptember 19.–21.) **előadáson** elhangzik és a konferenciakötetben megjelenik.

### ***Áttekintés a magyar gyakorlatban fellelhető innovatív technológiákról: osztályozás, leltár készítése, az adatbázis előkészítése (KSZGY SZ)***

KSZGY SZ 3 európai és 15 magyar innovatív talajremediációs technológiát gyűjtött össze (KSZGY SZ III.2a), jellemezte a MOKKA adatlap szempontrendszere szerint és előkészítette ezeknek a technológiáknak a MOKKA adatlapra majd a MOKKA adatbázisba kerülését. A magyar szereplők: BOKÖR 7 alkalmazással, Golder Associates Kft. bioventillációs technológiával, a HOLOGÉN Kft. biológiai, fotokatalizációs és mikroemulziós extrakcióval, a KEMIKONTROL Kft. biofilmreaktorokkal, KUKK K+F Kft. sztrippeléssel kombinált biodegradációval (biosztripper), az amerikai Leeward cég speciális mikrobiológiai oltóanyag-

gal, Megaterra Kft. bioágyas mikrobiológiai remediációval és bioventillációval, Vidra Kft talajvíz átlegegztetéssel (air sparging).

### III/4a. Remediáció fejlesztése

#### ***Áttekintés a fejlesztési irányokról Európában és Magyarországon, trendek, EU kapcsolatok (BME)***

A remediáció fejlesztés irányai Európában két újszerű elvet, illetve célt integráltak és ugyan- ezt képviseli BME-MGKT és a MOKKA konzorcium

**Az egyik trend,** hogy a technológiaválasztásnál a terület jövőbeni használata maximálisan legyen figyelembe véve. Nagy hasznot hozó jövőbeni területhasználat terhére hatékony, gyors és akár költséges remediációs technológia is alkalmazható. Ebbe a körbe a hatékony mérnöki technológiák, az oxidáción, redukción, kioldáson, stabilizáción, frakcionáláson, elektrokinetikai és termikus folyamatokon alapuló *in situ* és *ex situ* technológiák tartoznak. Ha jövőbeni területhasználat várható hasznára nem alapozhatunk, a szennyezettség régi, egyensúlyba került, a környezet élővilága már adaptálódott – az öröklött szennyezettség leg- többje ilyen – akkor a természetes folyamatokon, pl. a talaj biodegradációs potenciálján ala- puló technológiát választjuk. A fejlesztés iránya ilyenkor a természetes folyamatok *in situ* intenzifikálása, a kockázatsökkenés időigényének minimalizálása a működő, kockázatot csökkentő természetes élővilág és a helyi faji diverzitás megtartása mellett.

**A másik azonosítható trend,** a természetes folyamatok felhasználásának továbbgondolása és olyan hosszútávon fenntartható talajhasználatot céloz, melyhez állandó talajminőség fenntar- tás, minőségmenedzsment és az ehhez szükséges biológiai és ökológiai technológiák és egyéb környezetbarát módszerek szükségesek.

A MOKKA projekt két legfontosabb európai kapcsolódási pontja az **EURODEMO** és a **NICOLE**. Mindkét projekttel szoros együttműködésben vagyunk és igyekszünk kölcsönösen kihasználni az együttműködésből adódó előnyöket. BME-MGKT az EURODEMO aktív tag- ja, BME és VITUKI kutatói csatlakoztak a NICOLE Projektbe és munkacsoportjaihoz. A két projekt ismertetését a BME III.4a.1a. és BME III.4a.1c. tanulmányok, a MOKKA szempont- jából releváns EURODEMO adatbázis technológiáinak listáját pedig a BME III.4a.1b. össze- állítás tartalmazzák. A Magyarországi legnagyobb remediációs projekt az NKKP-ben használt módszerekről VITUKI készített egy statisztikát (VITUKI IV.2a.2.), ennek következménye- képpen pedig BME összeállított egy kérdőívet, melyben elsősorban vállalkozókat kérdez meg az általuk az elmúlt öt évben alkalmazott remediációs technológiákról (BME III.4a.1d.). Az adatlap elkészült, a felmérés elindult, de még nem fejeződött be.

#### ***Laboratóriumi technológiai kísérletek, mérési és kísérleti háttér megteremtése (BME)***

A laboratóriumi mikrokozmosz kísérletek és technológiai modellkísérletek elengedhetetlenek a talajremediáció tervezésének előkészítéséhez. A talaj-szennyezőanyag-talajbiota komplex hármasának köszönhetően minden szennyezettségi eset eltérő, tehát még a gyakori szennye- zőanyagok és tapasztalattal rendelkező technológiák esetében is szükséges a helyszínspecifikus adaptáció és ellenőrzés.

A talajremediáció technológiaválasztását és tervezését megalapozó kísérleti technikát, a lép- csőzetes léptéknövelést alkalmazó költség-hatékony laboratóriumi és szabadföldi kísérleti metodikát és annak a mérési és kísérleti háttérét mutatják be a A technológiafejlesztés komp- lex metodikája című (BME III.4a.2.) és Innovatív remediációs technológiák kutatás- fejlesztése során alkalmazott módszerek című tanulmányok (III.4a.3.).

Konkrét technológiafejlesztések példáján mutatjuk be a tanulmányokban ismertetett kísérleti metodika alkalmazását a konkrét technológiafejlesztési esetre. három példát ismertetünk, melyek közül kettő a MOKKA technológiafejlesztési feladataihoz kapcsolódik.

**A ciklodextrines in situ bioremediáció** lényege, hogy a biodegradáción alapuló remediációs technológiát egy biológiai hozzáférhetőséget növelő adalékanyag, a természetes keményítő-származék, a ciklodextrin alkalmazásával növeljük meg. Ennek a technológiának a megalapozására készült alapozó anyagokat (BME III.4a.4. Ciklodextrinek alkalmazása környezetvédelmi technológiákban) és léptéknöveléssel készült laboratóriumi kísérletek eredményeit (BME III.4a.5. Remediációs kísérletek lépcsőzetes léptéknöveléssel: a ciklodextrines technológia tervezésének megalapozása) összegzi két tanulmány, melyek egy Ph.D. dolgozat részét is képezik.

A másik példa **nehézfémekkel szennyezett talaj komplex kémiai és fitostabilizációjának előkészítése**. A technológiaválasztást, a stabilizáló anyag kiválasztását, mennyiségének meghatározását, az alkalmazott növények kiválasztását szolgáló kísérleteket a Fitostabilizáció előkészítő kémiai stabilizáció hosszú távú vizsgálata mikrokozmoszban című (BME III.4a.6.) tanulmány tartalmazza. Az eredmények alapján megtaláltuk a legmegfelelőbb adalékot (erőművi pernye és egy összetett keverék) és a szabadföldi alkalmazás optimális körülményeit, melyeket felhasználtunk a szabadföldi kísérletek tervezéséhez.

A harmadik példa egy technológiaként is alkalmazható, de a kockázata miatt fontos természetes folyamatot vizsgál laboratóriumi mikrokozmoszban, a fémtartalmú kőzetek **komplex kémiai-biológiai kioldását** (BME III.4a.7. Fémszulfid szennyezettség komplex kémiai és biológiai kioldásának követése talaj mikrokozmoszban). A kísérletek eredményei alapján mennyiségileg is jellemeztük a kőzetből, szennyezett talajból vagy bányászati hulladékból kioldható fémmennyiséget. Ez a kísérleti eredmény, akár kioldáson alapuló technológia alapját is szolgálhatja, de mi a kockázatfelmérés és a kockázatcsökkentés célértékének meghatározásához, a transzportmodell egyik fontos paramétereként alkalmaztuk.

### **Laboratóriumi technológiai kísérletek, a mérési és kísérleti háttér megteremtése. A kisüzemi technológia megtervezése (MTA-TAKI)**

#### **1. Fitostabilizációs technológia fejlesztése irányított mikorrhizációval**

A pályázat keretén belül olyan fitoremediációs módszerek (módszer-együttesek) kidolgozását vállaltuk, amelyek során a fitostabilizáció céljainak megfelelő (*fémfelvétel csökkentése és fémtolerancia növelése irányított mikorrhizációval*) kompatibilis AM gomba növény párok megválasztásával a mintaterületeken a nehézfém-szennyezés okozta környezeti kockázat csökkenthető.

A kutatások első szakaszában a fitostabilizációs technológiának megfelelő növény és gombapartner kiválasztását, a laboratóriumi tenyészedény és szabadföldi kísérletekhez szükséges növény magvak beszerzését, a szabadföldi modellkísérletekhez alkalmas AM gomba oltóanyagok előállítását és a demonstrációs modellkísérlet beállítását végeztük el (TAKI III.4a.1.).

Technológiát fejlesztettünk az AM gombatorzsek nagyléptékű felszaporításához:

- Az AM gombatorzsek előállítása izolált spórákból
- Az AM gombatorzsek szelekciója.
- AM gombatorzsek primer és szekunder inokulumainak felszaporítása
- Növényfajok kiválasztása laboratóriumi kísérletekhez
- Tenyészedény kísérletek

Fitostabilizációs technológiafejlesztés irányított mikorrhizációval:

- A szabadföldi kísérletek növényeinek kiválasztása: pázsitfűmag keverék, kukorica, kínai nád, ezüstfa csemeték.

- Gazdanövény-specifikus oltási technológia kialakítása: egyeneletes kihelyezés, közvetlenül a csemeték alá speciális kukorica oltási technológia.

## **2. Fitostabilizációs technológia fejlesztése többlépcsős revitalizációval**

Ha szennyezett talajok vitalitása alacsony, mikrobiológiai diverzitásuk és aktivitásuk kicsi, a revitalizáció eredményeként a talaj minőségének javulását és a szóban forgó terület hasznosítási lehetőségeinek kiszélesedését érhetjük el (TAKI III.4a.2.).

A technológia előkészítése során:

- Tisztáztuk a mikroorganizmusok térfoglalásának elvi szempontjait: revitalizációhoz célszerű nagy faji diverzitású, fotoszintetizáló mikroorganizmusokat is tartalmazó oltóanyagot alkalmaznunk.
- Kiválasztottuk az optimális oltóanyagot: revitalizációhoz elsősorban a fitostimulátor készítmények használata ajánlott
- Az összetett oltóanyagot alkotó mikroorganizmusok jellemzése: egy kiegyensúlyozott mikroba-ökoszisztéma alakul ki a talajban és a kölcsönösen előnyös szimbiózis miatt a növények is rendkívül jól fejlődnek.
- Az összetett oltóanyag felszaporításának laboratóriumi vizsgálata: optimális eredményeket kaptunk, ha a fermentációt anaerob körülmények között végeztük, valamint 3% cukornádmelasz és 3% oltóanyag koncentrációt alkalmaztunk.
- Vizsgáltuk a mikroorganizmusok egymás melletti felszaporodását, amely harmonikusnak bizonyult.
- Az összetett oltóanyag aktiválásának kisüzemi vizsgálata: a levegőztetés és az adalékok hatása, táptalaj-, sterilitás-, pH befolyása, eltarthatóság

A többlépcsős revitalizáció lépései

1. lépés. Az aktivált oltóanyag előállítása.
2. A vetőmagok mikrobiológiai oltása aktivált oltóanyaggal. Kidolgoztuk a vetőmagok mikrobiológiai oltásának technológiáját.
3. A nedves vetőmagvak beporzása szilárd oltóanyaggal. A szilárd fázisú és mikrobiológiailag aktív oltóanyag egy alapvetően új perspektívát nyit meg a revitalizáció elősegítése terén. A kísérleti szilárd oltóanyaggal a nedves vetőmagokat beporozzuk.
4. A vetőmagágy kezelése aktivált oltóanyaggal. A fitostabilizáció sikeressége véleményünk szerint döntő mértékben a növény megtelepedésének sikerén múlik.
5. A vetőmagágy kezelése szilárd oltóanyaggal. A vetőmagágy mikrobiológiai életét tovább fokozzuk a szerves szilárd hordozójú oltóanyag alkalmazásával.
6. A növény fejlődésének támogatása fotoszintézist fokozó lombtrágyával.

## **3. A fitostabilizációs technológiafejlesztéseken alapuló, integrált szabadföldi kísérlet**

A fitostabilizáció fejlesztése két technológiai megközelítésen alapult (TAKI III.4a.3.):

1. A fitostabilizációs technológia fejlesztése irányított mikorrhizációval.

2. A fitostabilizációs technológia fejlesztése többlépcsős revitalizációval.

A kísérleti terv: Kísérleti területnek az Almásfüzitői Timföldgyár vörösiszap tározóit választottuk, ahol kémiai kombinált fitostabilizációs kísérletek folynak különböző rekultivációs kompozitumokon. Cél a kompozitumok megfelelő kialakítása, a megfelelő növények telepítése és az alkalmasnak talált kémiai stabilizáló szerek szabadföldi tesztelése.

A MOKKA projekt keretében ennek a koncepciónak a biológiai továbbfejlesztését végezzük el. A fitostabilizációs technológiát az irányított mikorrhizáció és a többlépcsős revitalizáció alkalmazásával kívánjuk hatékonyabbá tenni. A szabadföldi kísérlet kidolgozása során a helyi viszonyokat figyelembe véve egy olyan kísérleti tervet állítottunk össze, amelyik magába foglalja mind a már futó kísérleteket, mind a MOKKA keretében kidolgozott vitalizáción alapuló technológiai fejlesztéseink integrált rendszerét.

### **1. Irányított mikorrhizáció AM gomba oltóanyagokkal**

Az oltóanyagok kihelyezése során az elsődleges cél az volt, hogy a csírázó vagy éppen növekedésben lévő növények gyökere minél hamarabb érintkezzen az oltóanyag fertőzőképes képleteivel. Ennek megfelelően az ismert technológiák közül növényenként a leghatékonyabbnak ítélt módszert alkalmaztuk, illetve a helyi viszonyokra alakítottuk át. Az AM gomba oltóanyaggal kezelt parcellákat az egyes gombafajok áthordásának, átfertőződésnek megelőzése céljából alparcellákra osztottuk.

A kukorica gazdanövényt 6 különböző *Glomus mosseae* törzssel és vegyes AM gomba oltóanyaggal kezeltük. A kukorica oltásához speciális technológiát fejlesztettünk ki.

A pázsitfüvekből álló keverék, ezüstfa és kínai nád oltása kétféle oltóanyaggal történt.

## **2. Többlépcsős revitalizáció összetett oltóanyaggal**

A kísérlet beállítása: 2006. június 13.

A kísérletben szereplő növények: kukorica, fűkeverék, kínai nád és ezüstfa csemeték.

### ***A mérési háttér megteremtése a laboratóriumi technológiai kísérletekhez, az első laboratóriumi technológiai kísérletek támogatása kémiai módszerekkel (CycloLab)***

Az a saját fejlesztésű technológia, amelyben a CycloLab részt vesz a „közepesen biodegradálható szerves szennyezőanyaggal szennyezett modellterületen ciklodextrinnel gyorsított bioremediáció” BME-vel kifejlesztett komplex biotechnológia továbbfejlesztése lesz. Ezt a technológiát eddig szénhidrogénnel szennyezett modellterületeken próbáltuk ki, ahol a szennyezőanyag könnyebben degradálható dízelolaj, és/vagy közepesen degradálható motorolaj vagy transzformátorolaj volt. A MOKKA projektben olyan modellterületet kerestünk, ahol a szennyezőanyag közepesen vagy nehezen biodegradálható növényvédőszer. A Vituki kezelésében lévő KÁRINFO adatbázisban nincs olyan terület, ahol a felmérések eredményei szerint a talajban is számottevő növényvédőszer-szennyeződés halmozódott fel, több területen csak a talajvíz szennyezett az adatok szerint (VITUKI III.4a). Balatonfüzfőn, a Nitrokémia volt növényvédőszergyártó üzemeinek környékén a talaj is szennyezett. Felvettük a kapcsolatot a Nitrokémiai Környezetvédelmi Tanácsadó Szolgáltató Kft vezetőjével. Ez a Kft felel a Nitrokémia ipartelep hasznosításáért, aminek első lépése a talaj megtisztítása. Folyamatban van az épületek bontása és néhány helyen a kármentesítés is. A demonstrációs kísérlet számára felajánlott helyszínek közül a hulladéklerakó felel meg leginkább. A jellemző szennyezőanyagok fenoxikarbonsav, triazin, acetochlor, propizochlor, AD64 és diklórbenzol. Miközben próbálunk betekintést nyerni a területen történt korábbi felmérések eredményeibe, elkezdjük a kísérleteket ezekkel a szennyezőanyagokkal. Az eddigi eredményekről rövid **jelentés** készült (CycloLab (III.4a.).

Vizsgáltuk a diklórbenzol, metachlorphenprop (egy fenoxikarbonsav származék), tetraklórbenzol, klórfenol, pentaklórfenol és egy piretroid származék, a cipermetrin kölcsönhatását a két szóbajöhető ciklodextrin-származékkal: HPBCD-vel és RAMEB-bel. Mivel a ciklodextrin szerepe a technológiában az, hogy a lebontó mikroorganizmusok számára hozzáférhetővé tegye a talajon adszorbeálódott szennyezőanyagokat, csökkentse adszorpciójukat a talajon, a legfontosabb a ciklodextrinek oldóképességének és Kow-csökkentő lépcsőségének tanulmányozása. Ezt számos modell növényvédőszer, mint potenciális talajszennyező komponens esetén vizsgáltuk. A laboratóriumi technológiai kísérleteket a BME kutatócsoportja végzi a modellterületről származó talajjal. A CycloLab a kémiai analíziseket végzi ill. végzeteti (szennyezőanyag-tartalom, ciklodextrin-tartalom a talajban és a vízben, iontartalmak a vízben). A mérésekre felkészültünk, a mérési háttér megteremtettük pl. GC és HPLC oszlopok beszerzésével.

### ***Áttekintés a hazai fejlesztési irányokról, trendekről (KSZGYSZ)***

A remediációs technikák fejlesztésének több iránya bontakozik ki a kutatás-fejlesztéssel is foglalkozó szakkégek körében (KSZGYSZ III.4a.). Egyrészt célul tűzték ki az alkalmazott tech-



nológiai által okozott károk csökkentését. A másik irányzatot olyan eljárások fejlesztései képviselik, amelyek olyan szennyezőanyagokat ártalmatlanítanak, amelyekre eddig nem volt hatásos technológia.

➤ A technológiák által okozott károk csökkentése

A technológiák által okozott károk csökkennek, ha maga az eljárás természetes folyamatokon alapul és az eljárások eredményeként minél nagyobb arányban természetes anyagok keletkeznek.

➤ A kezelhető szennyező anyagok körének bővítése

Új szennyezőanyagok kezelésére kifejlesztett eljárásokra egy példa a következő kutatási program. Ezen kutatási programban a klórozott szénhidrogénekkal szennyezett talaj mentesítésére fejlesztik ki a technológiát: a klórozott szénhidrogének biológiai bontása mikrobákkal speciális körülmények közt.

A kutatási irányok közé tartozik a nem vagy nehezen bontható szennyeződésű anyagok komplex biodegradációs kezelése, amely pl. fotokatalizist és mikroemulziós extrakciót is használ.

Ugyanakkor olyan szemlélet is kezd a gyakorlatban megjelenni, hogy miután nincs finanszírozási háttér a kutatásokhoz, a meglévő, bevált technológiák alkalmazása elegendő. A piac nem értékeli a kutatást, nincs fizetőképes kereslet a többletköltségek fedezésére.

#### **IV/1a. feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről**

##### ***Az adatbázis megalapozása: adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása (BME)***

Az adatbázisba kerüléshez szükséges űrlapok létrehozása megkívánja ezt a komplex tapasztalatot, hiszen ezeknek az űrlapoknak nem csak a technológia/módszer elérhetőségét és azonosítását célzó jellemzőket és a módszer/technológia megértését biztosító információkat kell tartalmazniuk, hanem a majdani döntéstámogató rendszer problémaszpecifikus kereső algoritmusaihoz is illeszkedniük kell. Az űrlap kérdéseinek (válaszainak) már most úgy kell készülniük, hogy kereső procedúra során a technológiák/módszerek az adatbázisból kikereshetők, megtalálhatóak legyenek, az algoritmus megfelelő kulcsszavak, hívószavak, indikátorok alapján elérje a betáplált adatot. Ez a két követelmény iteratív viszonyban van egymással, emiatt az adatlapok első változatai még sokat fognak módosulni. A kiindulási adatlap jósága nagyban függ a készítő tapasztalatától és átlátásától. Az adatlapnak olyan kérdéseket is kell tartalmazniuk, amelyek alapján a MOKKA szakértői meg tudják ítélni, hogy a technológia/módszer megfelel-e az adatbázisba kerülés kritériumainak.

A technológiák adatbázisba kerülésének legnehezebb és legkidolgozatlanabb pontja a technológiák verifikálása. A technológiaverifikáció Európaszerte napirenden van, 2006-ban induló nagy EU projekt is témaként választotta, melynek eredményeit folyamatosan követni és munkánkba integrálni fogjuk. Eddig elvégzett munka:

1. A technológia anyagmérlege (BME IV.1a.1.1. és BME IV.1a.1.2. Anyagmérleg technológiamonitöring alapján és alkalmazásának bemutatása kokrét példán)
2. A technológia költség-hatékonyság és/vagy költség-haszon felmérése
3. A technológia-alkalmazás utáni maradék kockázat (ez a haszon részeként is számbavehető)
4. A technológia alkalmazásával kapcsolatos kockázatok (kibocsátás, melléktermék, végtermék)
5. A technológia SWOT analízise

A technológiák jellemzésére és értékelésére kialakított módszeregyüttest három saját fejlesztésű technológia szabadföldi kísérleti eredményei alapján alkalmaztuk demonstrációs céllal és azért, hogy ez a komplex értékelő metodika mind a technológiaválasztási folyamatban, mind pedig a technológiák verifikációjában hasznosuljon (BME IV.1a.2.; BME IV.1a.3.; BME IV.1a.4.).

## ***Döntéstámogató rendszer megalapozása, a struktúra meghatározása (Vituki Consult)***

A MOKKA projekt konzorciumi tagjai elhatározása alapján, a MOKKA honlap az EUGRIS Portállal összekapcsolt disszeminációs felületet alakít ki (VITUKI CONSULT IV.1a).

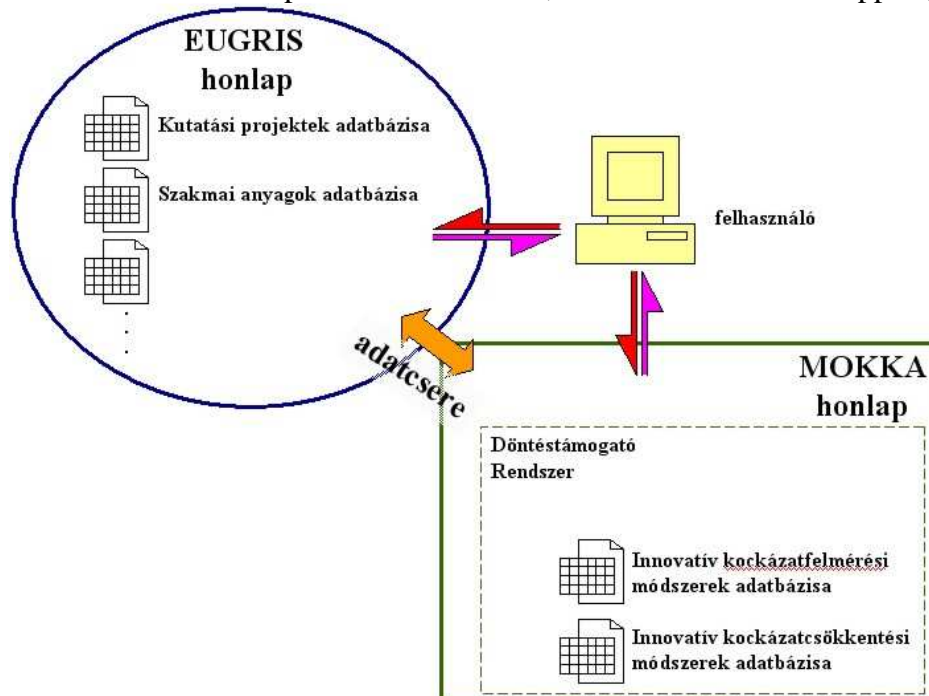
EUGRIS oldalak dinamikusan „képződnek” a háttér adatbázisokból (összekapcsolás, listázás, keresés). A rendszer jelenleg 106 táblázatból áll, amelyből a legfontosabbak a következők:

finanszírozás, szöszedet, navigáció, hírek, szervezetek, projektek, szakmai anyagok, képzés és konferenciák, felhasználók. Az EUGRIS Portált jelenleg egy 30 000 soros program működteti. A szerver oldalt (pl.: adatbázis lekérdezés) Visual Basic Script és SQL programok vezérlik, míg a kliens oldalt (pl.: navigáció) Javascript és html irányítja. A portál működését 3 db Windows 2003 Szerver (program futtatás) és 1 db MS SQL Szerver (adatbázis) biztosítja.

Ezzel szemben a MOKKA honlap operációs rendszere Fedore Core 4 (Linux version 2.6.15-1.1831\_FC4smp), alapvetően php programnyelv segítségével működik, de flash és javascript programrészei is vannak.

Ezeket a rendszereket kétféleképpen lehet összekapcsolni:

A MOKKA adatbázisokat az EUGRIS MS SQL szerverén helyezzük el, de dinamikusan összekapcsolva mind az EUGRIS portál többi részével, mind a MOKKA honlappal (1. ábra).



1. ábra

2.

Az EUGRIS-Portálon belüli MOKKA adatbázis jellemzői:

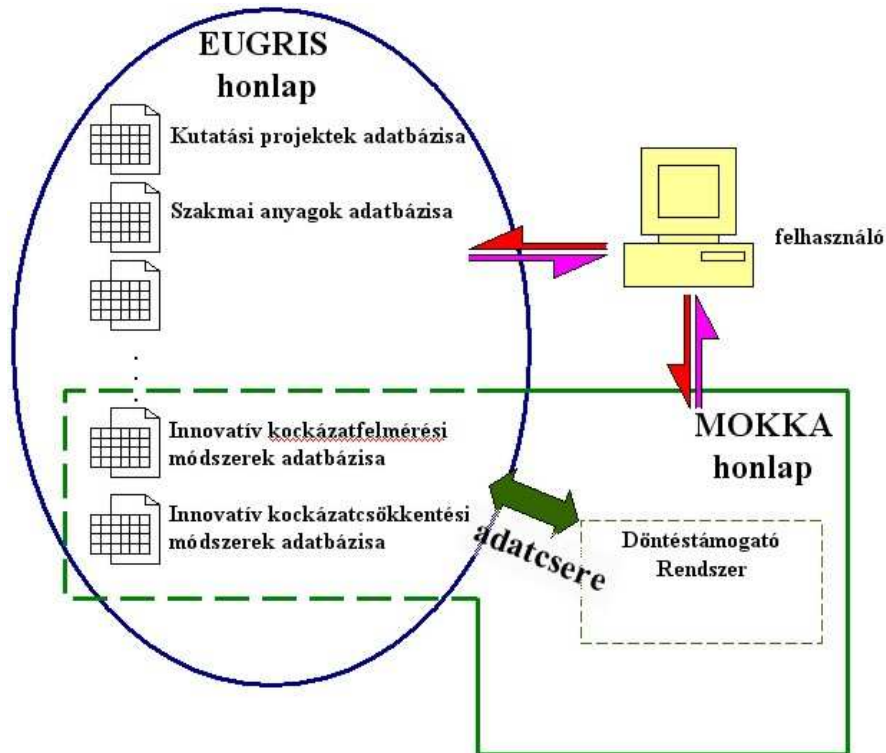
- Önálló, jelszóval védett terület
- a projektre szabott adatbázis (jelenlegi adatmezők + újak igény szerint)
- dinamikusan összekapcsolt a MOKKA és EUGRIS honlapokkal
- a lekérdezés az EUGRIS-on belül történik
- a MOKKA adatok megjelenhetnek az EUGRIS portálon indított lekérdezésekben
- az EUGRIS adatok megjelenhetnek a MOKKA honlapon indított lekérdezésekben

A MOKKA honlap jellemzői:

- önálló webfelület,
- saját menü
- saját tartalom
- felhasználói interface a lekérdezések indítására

- önálló Döntéstámogató Rendszer, dinamikusan összekapcsolva az EUGRIS Portálon tárolt adatbázisokkal

Egy másik lehetőség azonban, ha MOKKA honlap alá alakítjuk ki a MOKKA adatbázisokat, és a MOKKA és EUGRIS honlap adatbázisai adatcsomagok formájában kommunikálnának egymással. Ha ez az adatcsere rendszeres (például kéthetenként megtörténik), akkor mindkét internetes rendszer „naprakész” adatállománnyal működik (2. ábra). Ebben az esetben mind az EUGRIS Portál, mind a MOKKA honlap önálló webfelület lesz, saját programozással, de rendszeres adatharmonizációval.



2. ábra

Megvizsgáltuk, hogy mindkét kapcsolatrendszer informatikailag kialakítható, de a második megoldás jobb a MOKKA honlap szempontjából. Ezzel a megoldással önálló adatbázisai lesznek, nem függenek az EUGRIS portál átalakításaitól, illetve az EUGRIS portál további fejlődésétől, és ezek így igény szerint, bármikor, különösebb egyeztetések nélkül utólag is módosíthatók, ha szükséges. Csak arra kell ügyelni, hogy az EUGRIS Portállal való harmonizációs kapcsolat mindvégig megmaradjon.

A VITUKI CONSULT megvizsgálta mind az EUGRIS Portál releváns adattábláit és adatmezőit, és a MOKKA remediációs technológiák adatlapjának megkapott változatát (2006. májusi verzió). Arra a következtetésre jutottunk, hogy csak 10-15 adatmező közös a MOKKA és EUGRIS adatlapjain, ami támogatja azt a megoldást, hogy a MOKKA adatlapok a MOKKA projekt által üzemeltetett szerveren legyenek elhelyezve.

Áttekintettük, hogy mely pontokon lehetséges a MOKKA és EUGRIS honlapok harmonizációja. Ennek érdekében a következő lépéseket végeztük el:

- Az EUGRIS és MOKKA honlapok informatikai rendszerének áttekintése
- Az informatikai rendszerek összekapcsolásának elvi kidolgozása
- Az EUGRIS és MOKKA honlapok adattábláinak összehasonlítása, elemzése
- Az adattáblák az EUGRIS és MOKKA honlapokkal történő kommunikáció-koncepciójának kidolgozása
- Az EUGRIS szöszedetének áttekintése és összevetése a MOKKA jelenlegi fogalomtárával.

***Az informatikai eszközök/környezet kiválasztása, adatbázis terve, jogosultsági rendszer kialakítása. On line elérhető felhasználóbarát adatbázis-rendszer tervezés (DigiKom)***

**Az informatikai eszközök kiválasztása (DigiKom IV.1a)**

A stabilitást és a nyitottságot szem előtt tartva a megvásárolt Intel Entry Server számítógépen Fedora Core 4 (Linux) operációs rendszert, Apache 2.0 WEB szervert, PHP 5.0 fejlesztőkörnyezetet és ODBC 2.0 kompatibilis relációs adatbázis-kezelő rendszert használunk.

**Adatbázis terv készítése, jogosultsági rendszer kialakítása**

Az adatbázisok használata a projekt több területén merül fel:

- Kérdőívek adatainak tárolása és feldolgozása, statisztikák készítése
- Kockázatcsökkentési és Kockázatfelmérési módszerek adatbázis
- A Döntés Támogató Rendszer szakértői adatainak adatbázisa
- A projekthez kapcsolódó publikációk nyilvántartása

Ezen adatbázisok tervezése során, a publikáció nyilvántartás kivételével, normalizált relációs adatbázisokat tervezünk kialakítani. A felhasználásra javasolt valamennyi adatbázis-kezelő rendszer jogosultsági rendszere a projekt szempontjából megfelelő. Az egyes felhasználók jogosultságai táblákként és oszlopként hangolható.

**On-line elérhető, felhasználóbarát digitális adatbázis-rendszer tervezés**

Valamennyi adatbázishoz vékony kliensek alkalmazásával biztosítjuk az adatok felhasználóbarát elérését az interneten keresztül. A HTML formok és táblázatok, a PHP és JavaScript nyelv megfelelő környezetet biztosít az adatbázis felhasználóbarát lekérdezéséhez és karbantartásához.

**Több rétegű rendszer koncepció (multitier)**

A többretegű rendszer koncepció a kliens-szerver alkalmazásoknál alkalmazott megközelítés, mely a kliens és az adatbázis közé egy további közbenső komponens illeszt (middleware). Az esetünkben ez a kliensek és a szerver közé illesztett komponens is több részből (web szerver, egyedi alkalmazás) áll, ezért beszélünk többretegű (multitier vagy n-tier) és nem három rétegű (three-tier) rendszerről. A többretegű rendszer koncepció előnye, hogy az egyes komponensek egymástól függetlenül fejleszthetők, vagy lecserélhetők a szabványos interfész felület biztosította kereteken belül. Esetünkben a kliens és a middleware közötti szabványos interfész a http (Hypertext Transfer Protocol), a middleware és az adatbázis-kezelő közötti szabványos interfész az ODBC (Open Database Connectivity) vagy az esetlegesen kidolgozandó egyedi interfész. A többretegű rendszer egyes komponensei különböző operációs rendszereken, független számítógépeken is futtatható. Az induló rendszerben a közbenső komponenst (middleware) és az adatbázis kezelő rendszert egy számítógépen futtatjuk.

**IV/1b és IV/2b. feladat Magyarországi technológiai adatbázis megalapozása. Az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, a remediációs technológiák adatlapjának kidolgozása. Igényfelmérés**

A feladat szorosan összefügg a II.1 és III.1 feladatokkal, melyek célja az innovatív kockázatfelmérési módszerek és kockázatcsökkentési technológiák összegyűjtése. Ezekben a fejezetekben tárgyaljuk az előre nem tervezett feladatként elvégzett igényfelmérések szempontjait és eredményeit (KSZGY SZ II.1. és KSZGY SZ III.1. VITUKI II.1.2.).

Kidolgoztuk az adatlapokat, mely a döntéstámogató rendszer alkalmazásához szükséges kritériumok alapján összeválogatott kérdéseket tartalmaz.

**A MOKKA PNEC adatlapja** készítésénél figyelembe vett szempontokat a BME IV.1b.1. összefoglaló tartalmazza, ehhez vettük még az EUGRIS adatbázis általános követelményeit. Az adatlap 2. változatát BME IV.1b.2. néven találhatjuk a mellékletek között. Az adatlapot próbakitöltési tesztelésnek vetettük alá (BME IV.1b.3.) és a tapasztalatok alapján módosítottuk.

**A MOKKA remediációs technológiák adatlapját** a Reaktorszemlélet (BME III.2a.1.) és a Technológiaválasztással kapcsolatos döntések (BME III.2a.2.) című tanulmányai alapozták meg. Figyelembe vettük az EURODEMO adatlap és a US-EPA adatbázis adatkövetelményét és az EUGRIS kívánalmait is. A 2. verziót (BME IV.2b.1.) próbakitöltésnek vetettük alá, saját fejlesztésű innovatív technológiákkal (BME IV.2b.2.).

## **IV/2a. Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák**

**A téma megalapozására a KÁRINFO adatbázisból a jellemző szennyező anyagokra vonatkozó analitikus elemzés, statisztikai feldolgozás. Adatbáziselemzés (VITUKI)**

VITUKI tanulmányába (VITUKI IV:2a.1 és VITUKI IV:2a.2 ) a Magyarországon alkalmazott illetve javasolt kármentesítési technológiákra vonatkozó információkat több forrásból gyűjtötte össze.

1. A „**statisztika.xls**” file két munkalappal rendelkezik:

- a „VITUKIBA megküldött” munkalap első táblázata a VITUKI Kht. számára jogszabály alapján megküldött műszaki beavatkozási záródokumentációk (7 db terület) feldolgozását tartalmazza, a második táblázat a VITUKI Kht. számára megküldött tényfeltárási záródokumentációk alapján (9 db terület) műszaki beavatkozási terveit mutatja be.
- Az „OSZLR megvalósult” munkalap az intranetes elérhetőségű, a legmeghatározóbb kármentesítendő területeket feldolgozó Országos Számbavételi Lekérdező Rendszerben meglévő 53 db területen alkalmazott műszaki beavatkozási technológiát mutatja be földtani közegre és felszín alatti vízre nézve.

2. A „**tech\_tabl\_060530\_vegl.xls**” file az OSZLR-ben szereplő 25 db, ám csak javaslati szinten lévő műszaki beavatkozási technológiát mutatja be.

3. A „**karinfo\_b3\_atdolg.xls**” file a FAVI-KÁRINFO rendszerből leválogatott, műszaki beavatkozás után álló közel 100 db terület adatait tartalmazza.

A Magyarországon alkalmazott illetve javasolt kármentesítési technológiákat bemutató táblázatok 25 szennyezettségi esetet dolgozott fel. Ezek a legkülönbözőbb szennyezőanyagokra vonatkoznak: 24 esetben a talajvíz, 14 esetben a talaj is szennyezett volt, egy esetben csak a talaj. A talajvíz kezelése minden esetben kiszivattyúzással és felszíni kezeléssel történt, egy esetben a felszíni kezelést követő második lépcsőben *in situ* talajvízkezelés történt. 5 esetben talajcserévtégeztek, 4 esetben *ex situ* prizmás vagy bioágyas kezelés történt, általában off site, 2 esetben *in situ* talajmosás történt, az egyik TPH és BTEX szennyezettség, a másik ammónia és fémek, 1 esetben a telített zónába levegőt vezettek (air sparging), 1 esetben klórbenzolok bontására fotokatalitikus, illetve un. mikroemulziós módszert alkalmaztak, 2 esetben ismeretlen a talajkezelés módja.

Pontosabb statisztikát teljes körű adatfeldolgozás után készít a VITUKI az NKKP kereében történt remediációkról. Annyi már a táblázatos adatokból is látszik, hogy a felmérés és a kockázatcsökkentés a talajvízre fókuszál, a talajra kevesebb gondot fordítanak. A talajkezelési módszerekről szereplő információ hiányos, a módszerek nincsenek ismertetve, indokolva vagy magyarázva, tehát az erre vonatkozó információk igen rossz minőségűek.

A NKKP adatbázisának értékelése nagymértékben alátámasztja a MOKKA adatbázis és döntéstámogató rendszer sürgős szükségességét.

## **A projekt első munkaszakaszának összefoglaló értékelése**

A projekt első munkaszakasza kétlépcsős adatgyűjtéssel kezdődött: a főterületek általános áttekintése, majd MOKKA-specifikus elméleti és gyakorlati, nemzetközi és magyar helyzet-felmérések, áttekintések. Az összes alapinformáció, a döntések előkészítéséhez és az adatbá-

zis szerkezetének megtervezéséhez szükséges tudás összegyűjtése megtörtént. Az információgyűjtés alapját mindig azok a saját fejlesztések jelentik, melyeket MOKKA projektben vállaltunk, elsősorban a különféle kockázatfelmérési és kockázatcsökkentési/remediációs technológiák fejlesztése. A saját fejlesztések kapcsán jutunk el a magyarországi és a nemzetközi helyzet áttekintéséig, saját fejlesztéseink kontextusának megismeréséhez és figyelembe vételéhez. Ugyanakkor a saját fejlesztések tervezésénél nagymértékben támaszkodunk a hazai és nemzetközi felmérések alapján megismert trendekre és igényekre.

A saját kutatás-fejlesztéseket, így a kockázatfelmérés módszereit (biológiai és környezettoxikológiai módszerek, fázisok közötti megoszlás, mozgékonyág, biodegradáció, térképezés, terjedésmodellezés, stb.) a kockázatcsökkentés módszereit (szerves és szervetlen anyaggal szennyezett talaj remediálás), a korai figyelmeztető rendszerek fejlesztését, a műszerfejlesztést, a modellek tesztelését, a mérési és kísérleti háttér megteremtését megtervez-tük. Elkészült a MOKKA adatbázis és EUGRIS-hoz kapcsolódásának terve, a döntéstámogató rendszerek megalapozása.

A laboratóriumi kísérletek és a módszerfejlesztések közül befejeztük a biodegradációs teszt fejlesztését, az állati tesztorganizmusok összehasonlító vizsgálatát, környezettoxikológiai tesztek környezeti scenáriók szerinti osztályozását, új mérési végpontokat teszteltünk, pl. a hőtermelést, a Kow mérésének és becslésének metodikáit, a fázisok közötti megoszlás, a biológiai hozzáférhetőség és a ciklodextrin környezetvédelmi analitikai alkalmazásának első szakaszát.

Lezárultak az innovatív technológiák fejlesztését megelőző laboratóriumi kísérletek mikrokozmoszokban és laboratóriumi méretű reaktorokban. Öt technológia részletes laboratóriumi modellezésével foglalkoztunk a technológiafejlesztés szabadföldi demonstrációs szakaszának előkészítésére: 1. ciklodextrinnel intenzifikált biodegradáción alapuló bioremediáció nehezen bontható szerves szennyezőanyagokkal szennyezett talajra; 2. komplex kémiai-biológiai kioldáson alapuló talajremediáció nehézfémekkel szennyezett talajjal és bányászati hulladékokkal; 3. fitostabilizáció előkészítését szolgáló kémiai stabilizáció nehézfémekkel szennyezett talajra; 4. mikorrhiza gombákkal intenzifikált fitoremediáció és 5. fitoremediáció többlépcsős revitalizációval.

Az adatbázisba vitelhez szükséges adatlapok közül elkészítettük két adatlap első változatát (1. Adatlap környezettoxikológiai módszerekhez, 2. Adatlap remediációs technológiákkal) és próbakitöltéseket végeztünk saját fejlesztésű technológiákkal és módszerekkel. Elkészült az DST első változata is, a technológiaválasztási döntési algoritmus.

Az első év során a MOKKA tagok értelmezték és harmonizálták a feladatokat. Ennek eszközei a plenáris és kisebb csoportos munkaértekezletek, a MOKKA lexikon és a tagok számára elérhető belső WEB-oldalak. Az alapozó tanulmányok és kutatási jelentések teljes anyaga és ebben a jelentésben szereplő kivonata is elérhető a WEB-lapon.

A kutatásokból és fejlesztésekből eddig több mint 50 tanulmány, 30 publikáció, 5 diploma és 1 Ph.D. dolgozat született.

## **Az 1. munkaszakaszban elkészült – megjelent vagy elfogadott – publikációk (cikkek, előadások), nyomtatott és elektronikus kiadványok, szabadalmak, stb. listája**

Szakmai koordináció, a projekt népszerűsítésének háttéranyagai

**BME 0.1.** Gruiz, K. és Fenyvesi, É: A MOKKA projekt szakmai koordinációja, általános áttekintés

**BME 0.1.a.** Gruiz, K.: MOKKA - Dobogókői munkaértekezlet

**BME 0.2.** Gruiz, K.; Feigl, V.; Vaszita, E.; Tolner, M: MOKKA projekt ismertetése (poszteren konferenciákra))

**BME 0.3.** Gruiz, K.; Feigl, V.; Vaszita, E.; Tolner, M : MOKKA projekt szórólap angolul

**BME 0.4.** Gruiz, K.; Feigl, V.; Vaszita, E.; Tolner, M : MOKKA projekt szórólap magyarul

**BME 0.5.** Zotter, K és Gruiz, K.: MOKKA projekt rövid ismertetése

**BME 0.6.** Gruiz, K. és Fenyvesi, E. Figyelemfelkeltő sajtóanyag a MOKKA projektről

## **Tanulmányok, kísérleti tervek**

### **I. feladat Kockázat alapú környezetmenedzsment és döntéshozás eszköztára**

**BME és VITUKI CONSULT I.1.1.** Gruiz, K.: Toxikus vegyi anyagokkal szennyezett területek kockázatának jellemzése integrált kémiai–biológiai–környezettoxikológiai módszeregyüttessel

**BME I.1.2.** Gruiz K: MOKKA Lexikon: 200 kidolgozott és 200 kiválasztott, kidolgozásra váró címszó

**BME I.2.** Gruiz, K: A kockázatközpontú környezetmenedzsment alapjai

**BME I.3.** Gruiz, K és Molnár, M.: Szennyezett területek kockázatközpontú menedzsmentje

**MTA-TAKI I.** Anton A.: Szennyezett talajok talajbiológiai, talajökológiai indikációja.

Fejlesztési alternatívák.

**VITUKI Kht I.** Zöldi I.: A kockázatalapú környezetmenedzsment és döntéshozás a vállalatirányításban

**Digikom I.** Siki Z.: Az informatikai eszközök és környezet áttekintése

**KSZGYSZ I.** Székely A., Czibók Á.: Hazai információgyűjtés a gyakorlatban alkalmazott szennyezett területekkel kapcsolatos módszerekről

### **II/1. feladat: Kockázatelemzésben szerepet játszó metodikák**

**BME II.1.1.** Gruiz K.: A kockázat mérésének alapjai (könyv)

**BME II.1.2.** Gruiz, K: Lépcsőzetes módszer Duna üledékét szennyező szerves és szervetlen anyagok kockázatának felméréséhez (Ecological Risk Assessment of Inorganic and Organic Micropollutants in the Danube Catchment Area)

**BME II.1.3.** Gruiz K. és Vaszita E.: Bányászati hulladékkal szennyezett terület kockázatának menedzsmentje

**BME II.1.4.** Gruiz, K: Kvalitatív kockázatelemzési módszer a Gyöngyösorszi szennyezettség kockázatának kvalitatív felméréséhez

**BME II.1.2.1.** Gruiz, K: Szennyezett talajok kockázatának jellemzése: esettanulmányok az interaktív biológiai és ökotoxikológiai módszerek integrált alkalmazására (2a-hoz is tartozik)

**BME II.1.2.2.** Molnár M. és Gruiz K.: Szennyezett területek kockázatának felmérése

**BME II.1.2.3.** Vaszita E.: Kockázatalapú határértékek és képzésük

**BME II.1.2.4.** Vaszita E.: Szennyezett területek menedzsmentjét támogató módszerek

**BME II.1.3.1.** Gruiz K.: Kockázatelemzésben szerepet játszó új módszerek és terv

**BME II.1.3.2.** Bótvári E.: Új állati tesztek a kockázati scenáriók modellezésére (diplomamunka, 2006)

**BME II.1.3.3.** Bagi A.: Nematódák környezettoxikológiai alkalmazásának előkészítése

**BME II.1.3.4.** Tolner M.: Sensomat és luminométer vásárlása és beállítása környezet-  
toxikológiai mérésekre

**Aqua Concorde II.1.** Cserfalvi Tamás: Talaj pH–Eh–EC–T multiparaméteres *in situ* szonda  
fejlesztési terve

**VITUKI Kht II.1.** Zöldi Irma: Korai figyelmeztető rendszerekkel kapcsolatos módszerfej-  
lesztések megtervezése, előkészítése

**VITUKI Kht II.1.1.** Zöldi Irma: Korai figyelmeztető rendszerrel kapcsolatos módszerfejles-  
tések (Kísérleti terv)

**VITKUKI Kht II.1.2.** Zöldi I.: Részvétel a felhasználók igényének felmérése céljából a  
többosztályú - hatósági szakemberek, valamint oktatók vagy gazdasági szervezetek részére -  
MOKKA kérdőív kidolgozásában.

**VITUKI CONSULT II.1.1.** Száraz I.: hiperspektrális távérzékelési technológia  
kockázatfelmérési lehetőségei és alkalmazhatósága

**VITUKI CONSULT II.1.2.** Lázár A. és munkatársai: Modellezési tesztek

**CycloLab II.1.1.** Fenyvesi É.: Ciklodextrinek alkalmazása szerves szennyezőanyagok kocká-  
zatának felmérésében

**CycloLab II.1.2.** Fenyvesi É.: Szennyezett talajok extrakciója vizes ciklodextrin oldatokkal  
(kísérleti terv)

**CycloLab II.1.3.** Fenyvesi É., Iványi R.: Hidrofób szennyezőanyagok oktanol-víz megoszlási  
hányadosának meghatározása extrapolációval (kísérleti terv)

**CycloLab II.1.4.** Fenyvesi É., Iványi R.: Előkísérletek hidrofób szennyezőanyagok oktanol-  
víz megoszlási hányadosának meghatározása extrapolációval (jelentés)

**KSZGY SZ II.1.** Székely A., Czibók Á.: A hazai gyakorlatban alkalmazott kockázatfelmérési  
módszerek, igények felmérése

## **II/2a. Új környezettoxikológiai módszerek fejlesztése talajra**

**BME II.2a.1.** Gruiz, K: Szennyezett talajok kockázatának jellemzése: esettanulmányok az  
interaktív biológiai és ökotoxikológiai módszerek integrált alkalmazására

**BME II.2a.2.** Feigl V.: Interaktív környezettoxikológiai tesztek, elterjedtségük Magyarorszá-  
gon és Európában – áttekintés

**BME II.2a.3.** Feigl V.; Tolner, M.; Bagi A.; Új, érzékenyebb végpont: a hőtermelés mérése  
mikrokaloriméterrel

**BME II.2a.3a.** Hajdú Cs.: A szennyezőanyagok mobilitása/hozzáférhetősége szennyezett  
talajban: elméleti áttekintés

**BME II.2a.3b.** Hajdú Cs.: A szennyezőanyagok mobilitása/hozzáférhetősége szennyezett  
talajban: kísérletek integrált metodikával követve

**BME II.2a.3c.** Hajdú Cs.: Szerves szennyezőanyagok biológiai és kémiai hozzáférhetőségének  
vizsgálata – Diplomamunka, Budapest, 2006

**BME II.2a.4.** Feigl V.; Biodegradálhatóság vizsgálatának módszerei, új légzési teszt kidolgozása  
talajra, zárt palackban. Protokoll

**VITUKI Kht. II.2a.** Zöldi I.: Biodegradációs folyamatok vizsgálata, értékelése vízi környezet-  
ben, üledékben

**VITUKI Kht. II.2a.1.** Új ökotoxikológiai vizsgálatok kapcsolatos módszerfejlesztések (Kísér-  
leti terv)

## **III/1 Kockázat alapú megelőzés és korlátozás, a kockázatcsökkentés eszközei**

**BME III.1.** Gruiz K.: Tanulmány a megelőzés és korlátozás lényegéről, a kockázat alapú  
monitoring, a korlátozások, valamint a területhasználát változtatás megoldásairól



**KSZGYSZ III.1.** Székely A., Czibók Á.: Megelőzés és korlátozás A hazai vállalkozói gyakorlatról

### **III/2.a. Remediáció elmélete és gyakorlata**

**BME III.2a.1.** Gruiz K.: Reaktorszemlélet: a döntési algoritmusok és az animációk alapja

**BME III.2a.2.** Gruiz K.: Bioremediációs technológiák és technológiaválasztással kapcsolatos döntések

**MTA-TAKI III. 2a** Fitoremediáció. Egy korszerű remediációs technológia nehézfém-szennyeződés kockázatának csökkentésére.

**CycloLab III.2a.** Fenyvesi É.: Ciklodextrines kezeléssel kombinált talajremediációs eljárások

**KSZGYSZ III.2a.** Székely A., Czibók Á.: Innovatív technológiák áttekintése néhány külföldi és magyar példa alapján

### **III/4a. Remediáció fejlesztése**

**BME III.4a.1a.** Gruiz K.: Az EURODEMO EU-Projekt bemutatása

**BME III.4a.1b.** Feigl, V. : EURODEMO innovatív technológiák

**BME III.4a.1c.** Vaszita, E.: NICOLE EU-Projekt ismertetése

**BME III.4a.1e.** Gruiz, K.: Szennyezett területek remediálása: Helyzetfelmérés Magyarországon (kérdőív)

**BME III.4a.2.** Molnár M.: A technológiafejlesztés komplex metodikája

**BME III.4a.3.** Molnár M.: Innovatív remediációs technológiák kutatás-fejlesztése során alkalmazott módszerek

**BME III.4a.4.** Molnár, M.: Ciklodextrinek alkalmazása környezetvédelmi technológiákban

**BME III.4a.5.** Molnár M.: Remediációs kísérletek lépcsőzetes léptéknöveléssel: a ciklodextrines technológia tervezésének megalapozása

**BME III.4a.6.** Feigl V.: Fitostabilizáció előkészítő kémiai stabilizáció hosszútávú vizsgálata mikrokozmoszban. Laboratóriumi technológiai kísérletek

**BME III.4a.7.** Vaszita E.: Fém-szulfid szennyezettség komplex kémiai és biológiai kioldásának követése talaj mikrokozmoszban

**MTA-TAKI III.4a.1.** Anton A.: Remediációs technológiák fejlesztése. A fitostabilizációs technológia fejlesztése irányított mikorrhizációval.

**MTA-TAKI III.4a.2.** Murányi A. Remediációs technológiák fejlesztése. A fitostabilizációs technológia fejlesztése többlépcsős revitalizációval.

**MTA-TAKI III.4a.3.** Anton A., Murányi A. Remediációs technológiák fejlesztése. A fitostabilizációs technológia-fejlesztéseken alapuló integrált szabadföldi kísérlet kidolgozása.

**VITUKI Kht III.4a** Zöldi I., Fülöp T.: *In situ* biodegradációs technológia kipróbálására alkalmas peszticiddal szennyezett modellterület felkutatása

**CycloLab III.4a** Fenyvesi É., Iványi R.: Ciklodextrinek komplexképzése növényvédőszerrel, előkísérletek (jelentés)

**KSZGYSZ III.4a.** Székely A., Czibók Á.: Remediáció fejlesztés I. Áttekintés a hazai fejlesztési irányokról, trendek

### **IV/1a. feladat Magyarországi adatbázis létrehozása a kockázatfelmérésben szerepet játszó új módszerekről**

**BME IV.1a.1.1.** Gruiz K. és Leitgib L.: Anyagmérleg felvétele technológiamonitoring alapján

**BME IV.1a.1.2.** Leitgib, L.; Gruiz, K.; Fenyvesi, É.; Balogh, G. és Murányi, A.: Innovatív *in situ* bioremediáció kifejlesztése szénhidrogénnel szennyezett talajra (Development of an innovative soil remediation: “Cyclodextrin-enhanced combined technology”)

**BME IV.1a.2.** Gruiz K. és Vaszita E.: Remediációs technológiák komplex értékelése: integrált fitoremediáció nehézfémekkel szennyezett talajra

**BME IV.1a.3.** Gruiz K. és Molnár M.: Remediációs technológiák komplex értékelése: biodegradáción alapuló remediáció szénhidrogénekkal szennyezett talajra.

**BME IV.1a.4.** Gruiz K. és Leitgib L.: Remediációs technológiák komplex értékelése: biodegradáción alapuló remediáció szénhidrogénekkal szennyezett talajra

**VITUKI CONSULT IV.1a.** Lázár A., Fehér J.: Magyarországi adatbázis létrehozásánál a kapcsolódó felületi struktúra kialakítása. *Adatbázis megalapozása*: az adatbázisba kerülés kritériumainak összehangolása az internetes alapú információs portál követelményeivel

**DigiKom IV.1a.** Siki Z., Csemniczky L.: Az informatikai eszközök/környezet kiválasztása, adatbázis terve, jogosultsági rendszer kialakítása. On line elérhető felhasználóbarát adatbázis-rendszer tervezés

#### **IV/2a. Magyarországi döntéstámogató rendszer: innovatív remediációs technológiák**

**VITUKI Kht. IV2a.1.** Zöldi Irma, Fülöp Tamás: I. A FAVI-KÁRINFO adatbázisból analitikus elemzés, statisztikai feldolgozás

**VITUKI Kht. IV2a.2.** Zöldi Irma, Fülöp Tamás: A FAVI-KÁRINFO adatbázis remediációs technológiákra vonatkozó, a kármentesítés fázisától függő többszintű (műszaki beavatkozási terv szintjén lévő; illetve már működő, bizonyított technológia) analitikus elemzése, statisztikai feldolgozása, különös tekintettel a biológiai módszerekre.

#### **IV/1b és IV/2b. feladat Magyarországi technológiai adatbázis megalapozása. Az adatbázisba kerülés kritériumainak meghatározása, a remediációs technológiák adatlapjának kidolgozása. Igényfelmérés**

**BME IV.1b.1.** Gruiz K.: Szempontok a környezettoxikológiai adatlap elkészítéséhez

**BME IV.1b.2.** Gruiz K.: Adatlap első változata környezettoxikológiai tesztekhez

**BME IV.1b.3.** Feigl V. és Tolner M.: Adatlapok kitöltése: saját fejlesztésű talajtoxicitást mérő tesztek

**BME IV.2b.1.** Gruiz K.: Adatlap szerkesztése a technológiák adatbázisba kerüléséhez

**BME IV.2b.2.** Feigl V.: Adatlapok kitöltve magyarországi innovatív technológiákkal

**CycloLab IV.2b.1.** Fenyvesi É., Csabai K.: Adatlap a ciklodextrines technológia ex situ alkalmazására folytatott demonstrációs kísérletről

**CycloLab IV.2b.2.** Fenyvesi É., Kolbe I.: Adatlap a ciklodextrines technológia ex situ alkalmazására transzformátorolajjal szennyezett modellterületen végzett demonstrációs kísérletről

#### **IV.6. Disszemináció**

**IV.6 MOKKA** web lap: [www.mokka.agt.bme.hu](http://www.mokka.agt.bme.hu) Tervezés és fenntartás Siki Z., tartalom minden konzorciumi tag

**KSZGYSZ IV.6.1.** MOKKA ismertető cikk, Környezetvédelem, Ökológiai, környezettechnikai és környezetvédelmi szaklap, XIV. évfolyam 1. szám 28. oldal, 2006. február, A Magyar Mediprint kiadásában

**KSZGYSZ IV.6.2.** Híradás a MOKKA konzorciumi ülésről, KSZGYSZ Hírlevél 14. évfolyam 4. szám, 2006. február 17.

Publikációk és konferenciák az alábbi lista szerint

## Publikációk, konferencia előadások, posztterek

### **BME**

- Feigl, V.; Atkári, Á.; Uzinger, N, és Gruiz, K.: (2006) Fémmel szennyezett területek integrált kémiai és fitoremediációja – In: Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. szeptember 19-21, közlésre elfogadva
- Gruiz, K.: (2006) Ecological Risk Assessment of Inorganic and Organic Micropollutants in the Danube Catchment Area – In: Conference Proceedings, 3rd European Conference on Contaminated Sediments, European Sediments and Sentiments, Cleaning European Waters of Contaminated Sediments, Budapest, 19–21 March, 2006
- Gruiz, K.; (2006) Innovative Decision Support Tools for Risk Based Environmental Management in Hungary, – In: NICOLE network meeting on-line publications 10-12 May, 2006, Carcassone.  
<http://www.nicole.org/PUBLICATIONS/Carcassonne/Index%20Slides%20for%20the%20NICOLE%20WORKSHOP.htm>, *poszter*
- Gruiz, K.; Vaszita, E. and Szabó, J.: (2006) Modelling of bioleaching in microcosms – In: Book of Abstracts of the International Symposium on Environmental Biotechnology ISEB ESEB JSEB 2006, 9–14 July, UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle, Leipzig, Germany, p.142, *poszter*
- Gruiz, K and Feigl, V.: (2006) Combined chemical and phytostabilisation of metal polluted soil – In: Book of Abstracts of the International Symposium on Environmental Biotechnology ISEB ESEB JSEB 2006, 9–14 July, UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle, Leipzig, Germany, p.312, *poszter*
- Gruiz, K and Vaszita, E: (2006) Tiered risk assessment of diffuse pollution of mining origin – In: Proceeding of the 10th Specialised International Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, 18-22 September, 2006, Istanbul, közlésre elfogadva.
- Gruiz, K.; Vaszita, E. and Siki, Z.: (2006) Bányászati eredetű diffúz szennyezettség komplex kezelése – In: Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás kiadványa, 2006. szeptember 19-21, közlésre elfogadva
- Gruiz, K. A MOKKA projekt ismertetése, illetve EURODEMO-MOKKA projektek kapcsolata Országos Környezetvédelmi Konferencia, Balatonfüred, 2006. október, közlésre elfogadva
- Hajdú, Cs.: (2006) A megoszlási hányados fontossága és használata a kockázatfelmérésben, Országos Környezetvédelmi Konferencia, Balatonfüred, 2006. október, közlésre elfogadva
- Leitgib, L.; Kálmán, J. and Gruiz, K.: (2006) Comparison of bioassays by testing whole soil and their water extract from contaminated sites – In: Chemosphere xxx (2006) xxx-xxx, Article in press
- Molnár, M., Gruiz, K. and Halász, M. (2006) Integrated methodology including toxicity test-battery to evaluate the bioremediation potential of creosote-contaminated soils in lab-scale experiments, *Periodica Polytechnica*, közlésre elfogadva
- Molnár, M.: Integrált módszeregyüttes talajok kockázatának jellemzésére Országos Környezetvédelmi Konferencia, Balatonfüred, 2006. október, közlésre elfogadva

### Diplomadolgozatok

Feigl Viktória (2005) Toxikus fémekkel szennyezett talajok stabilizációja

Atkári Ágota (2006) Toxikus fémekkel szennyezett Gyöngyösorszi talajok stabilizációja

Bóznvári Eszter (2006) Szennyezett talaj toxicitásának mérése állati tesztorganizmusokkal

Hajdú Csilla (2006) Szerves Szennyezőanyagok biológiai és kémiai hozzáférhetőségének összehasonlítása

Onyeama Chioma (2006) Stabilising Effect of Lignite on Soil Contaminated with Toxic Metals

### Ph D dolgozatok

Molnár Mónika (2006) Szennyezett talaj ciklodextrinnel intenzifikált bioremediációja – tervezéstől az alkalmazásig

Leitgib Laura – pH D dolgozat folyamatban

### **MTA-TAKI**

BIRÓ I. and TAKÁCS T. (2006): Adaptability study of different *Glomus mosseae* strains to soil heavy metal content. *Cereal Research Communications* 34(1):127-130.

TAKÁCS T., OSZTOICS E., CSATHÓ P., CSILLAG J., VÉGH K., MAGYAR M. and LUKÁCS A. (2006): Study of environmental risk of phosphate rock application in relation to toxic element uptake and AMF colonization of red clover host. Poster 5th International Conference on Mycorrhiza, Granada, Spain 23-27. July 2006

Anton A, Mathe-Gaspar G. (2005): Factors affecting heavy metal uptake in plant selection for phytoremediation. *Z. Naturforsch.* 60c, 244-246.

Takács T, Vörös I, Biró I, Anton A. Application of AM fungi for promotion of phytostabilization in metal polluted soil. International Scientific Conference Innovation and Utility in the Visegrád Fours; 2005 Oct 13-15; Nyíregyháza: Continent-Ph Ltd., 2005; 115-121.

Bálint Oldal, G. Máthé-Gáspár, N. Uzinger, A. Anton (2005) Impact of metalloferrous ore on seed emergence: a preliminary phytoremediation study, Third European Bioremediation Conference 4-7 July 2005, Crete

Gabriella Máthé-Gáspár, Péter Máthé, Lajos Szabó, B Orgoványi, Nikolett Uzinger, Attila Anton (2005) After-effect of heavy metal pollution in a brown forest soil 8 th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6 th Hungarian Conference on Photosynthesis, 2005, Szeged

Gabriella Máthé-Gáspár, Péter Máthé, Attila Anton (2005), Change of acid phosphatase activity in a heavy metal polluted soil, 1 th Central European Forum for Microbiology, 2005. Keszthely

Gabriella Máthé-Gáspár, Attila Anton (2005), Phytoremediation study: Factors influencing heavy metal uptake of plants, 8 th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6 th Hungarian Conference on Photosynthesis, 2005, Szeged

Gabriella Máthé-Gáspár, Attila Anton (2005), Study of phytoremediation by use of willow and rape, 8 th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6 th Hungarian Conference on Photosynthesis, 2005, Szeged

B. Oldal, A. Anton, N. Uzinger, É. Fenyvesi, K. Gruiz, A. Murányi (2005): Environmental impacts of cyclodextrins enhancing bioremediation efficiency. 13<sup>th</sup> International Biodeterioration and Biodegradation Symposium (IBBS-13). 4-9 September 2005. Madrid

Takács T, Vörös I, Biró I, Anton A. Application of AMF strains for enhancement of efficiency bioremediation of heavy metal contaminated soil. 1<sup>st</sup> Central European Forum for Microbiology. 1<sup>st</sup> Central European Forum for Microbiology. 2005 Oct 26-28. Keszthely. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 2005;160 161.

### ***CycloLab***

Fenyvesi E.; Gruiz K.; Verstichel S.; De Wilde B.; Leitgib L.; Csabai K.; Szaniszló N.: Biodegradation of Cyclodextrin in Soil, *Chemosphere* 60(8), 1001-1008, 2005

Molnár, M.; Leitgib, L.; Gruiz, K.; Fenyvesi, É.; Szejtli, J. and Fava, F.: Enhanced biodegradation of transformer oil in soils with cyclodextrin – from the laboratory to the field – *Biodegradation* (16) 159-168, 2005

Balogh, K.; Szaniszló, N., Otta, K., Fenyvesi, E.: Can CDs Really Improve the Selectivity of Extraction of BTEX Compounds? – 13. Nemzetközi Ciklodextrin Szimpózium, Torino, 2006. május 14–17, *poszter*

Orgoványi, J., Lovas Gy.A., H-Otta, K., Oláh, E., Fenyvesi, E.: Investigation of  $\beta$ -cyclodextrin complexes with different cypermethrin content, 13. Nemzetközi Ciklodextrin Szimpózium, Torino, 2006. május 14–17, *poszter*

Balogh, K.; Szaniszló, N., Otta, K., Fenyvesi, E.: Can CDs Really Improve the Selectivity of Extraction of BTEX Compounds? *J. Inclusion Phenomena Macrocycl. Chem., közlésre benyújtva*

Orgoványi, J., Lovas Gy.A., H-Otta, K., Oláh, E., Fenyvesi, E.: Investigation of  $\beta$ -cyclodextrin complexes with different cypermethrin content, *J. Inclusion Phenomena Macrocycl. Chem., közlésre benyújtva*

Fenyvesi É, Gruiz K.: Ciklodextrines kezeléssel kombinált technológiák szennyezett területek környezeti kockázatának csökkentésére, Siófoki Országos Környezetvédelmi Konferencia és Szakkiállítás, *közlésre benyújtva*